COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
24 JUL 1962

ANNALES
DES
ÉPIPHYTIES

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES
DE
L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES
ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE — ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

DUNOD
Chèq. Postaux : Paris 75-45 — ÉDITEUR — Téléphone : DANton 99-15
*92, rue Bonaparte, PARIS-VI*e

COMPARAISON ENTRE L'EXTRACTION DU VIRUS DE LA MOSAÏQUE DU TABAC PAR VOIE MÉCANIQUE ET SOUS L'ACTION DE DIVERS SYSTÈMES ENZYMATIQUES

PAR

P. LIMASSET, P. CORNUET et Y. GENDRON

Station Centrale de Pathologie Végétale.

SOMMAIRE

I. — Introduction.
II. — Action comparée des broyages et des enzymes d'Escargot.
III. — Action comparée de différents systèmes enzymatiques sur un matériel provenant de broyages très fins.
IV — Discussion.
V. — Conclusion.
VI. — Bibliographie.

I. — Introduction.

Le virus de la Mosaïque du Tabac est extrait des plantes infectées par broyage des feuilles. On obtient ainsi un jus virulent contenant des quantités importantes de virus. Les broyages sont généralement réalisés au mortier, au hache-viande ou au broyeur Latapie et sont assez grossiers. BAWDEN et PIRIE (2, 3) ont montré que, dans ces conditions, une partie importante du virus est retenue par la fibre et ne passe pas dans le jus. Un broyage plus fin, réalisé à l'aide d'un appareil à rouleau, permettait d'augmenter les quantités extraites. Néanmoins, même dans ce cas, des fractions très importantes de virus subsistaient dans les fibres et pouvaient être extraites par certaines enzymes. La trypsine en libérait en effet une certaine quantité, en opérant dans des conditions convenables. Les enzymes du tube digestif de l'Escargot (*Helix aspersa* MÜLL) se montraient beaucoup plus actives. Celles-ci, qui sont connues pour leur richesse en cellulase, désagrègent les résidus fibreux soumis à leur action et les transforment en une masse molle et informe. Les fractions de virus extraites au cours du traitement semblent liées aux tissus avec une énergie particulière puisque de simples rinçages à l'eau

ne suffisent pas à les éliminer. PIRIE (9) admet que « la nature de la liaison détruite n'a été déterminée en aucun cas ; il n'est même pas établi qu'une protéase. plutôt que quelqu'autre constituant des mélanges enzymatiques utilisés, soit responsable de cette libération ».

On peut envisager trois types de liaisons : soit qu'une partie du virus reste liée aux « centres » qui l'ont synthétisé, soit qu'il ait circulé dans les cellules et se soit fixé secondairement, soit enfin que lors de l'extraction il se soit fixé à des constituants dont il était normalement séparé. Mais on peut aussi se demander si l'hypothèse d'une liaison chimique est bien nécessaire. Un broyage insuffisant pourrait laisser le virus enfermé dans certaines cellules épargnées. Le supplément de désagrégation apporté par un broyage très fin libérerait le virus de la contrainte mécanique à laquelle il était soumis. Les résultats qui suivent semblent apporter un argument en faveur de cette deuxième hypothèse.

II. — Action comparée des broyages et des enzymes d'Escargot.

Techniques. — Le broyage fin décrit par BAWDEN et PIRIE (2) était réalisé dans une sorte de laminoir dont les trois rouleaux de porcelaine, de 5 cm de diamètre, tournaient aux vitesses respectives de 160, 350 et 520 t /min. Ils étaient entraînés par un moteur de 0,25 CV.

Les broyages décrits dans cette note ont été réalisés dans un broyeur à hélice à axe vertical entraîné par un moteur de 300 W. Deux vitesses ont été prévues par le constructeur : 8 000 et 12 000 t /min. Le bon fonctionnement de l'appareil nécessite l'adjonction au matériel à broyer d'une quantité d'eau minimum de 40 à 60 cc. Le broyage, extrêmement rapide, est terminé en 1 min. 1/2 à 2 min. environ. Les tiges sont transformées en une pulpe impalpable dans laquelle des débris cellulaires incolores et des fibres ligneuses se trouvent juxtaposés à un matériel vert qui en est distinct. La présence de l'eau dans le bol élimine tout risque d'élévation de température et, par suite, de perte de virus par dénaturation.

Les plantes utilisées étaient des Tabacs (*Nicotiana Tabacum* Var. « Samsun »). Les nervures médianes des feuilles étaient découpées et rejetées pour éviter des enroulements de fibres autour de l'axe de l'hélice. Les moitiés droites et gauches des feuilles étaient réunies en 2 lots séparés, exactement comparables. Les lots de demi-feuilles étaient broyés après congélation, les produits de broyage recueillis ensuite sur une étamine et pressés fortement à la main.

Les enzymes de l'Escargot *Helix aspersa* MÜLL ont été préparées et utilisées de la façon indiquée par BAWDEN et PIRIE (4).

Une spire est enlevée avec une paire de ciseaux et le côté gauche de l'Escargot est entaillé près du bord du manteau. La partie renflée du tube digestif (estomac), reconnaissable à sa couleur grenat, fait alors saillie : elle est saisie avec une pince et l'intestin et l'œsophage sont coupés. Les estomacs sont triturés au mortier avec de l'eau (1 cc par Escargot) et le mélange est clarifié par centrifugation.

La teneur en virus des différents jus a été estimée sérologiquement en déterminant la dilution limite grâce à une microméthode décrite

par l'un de nous (6). Les jus titrés ayant des volumes variables, la teneur en virus de chacun d'eux était exprimée suivant une unité sérologique-arbitraire. Cette dernière est égale à la quantité de virus contenue dans 1 cc de liquide dont le titre en virus correspond à la dilution limite. Par exemple 50 cc de jus présentant une dilution limite 1/100 contiennent 5 000 unités sérologiques. Les comparaisons n'étaient évidemment valables que si le même sérum était utilisé pour tous les dosages. Cette précaution fut constamment prise.

Essai 1. — Un premier lot de 20,85 g de demi-feuilles a été broyé au mortier, lavé avec 50 cc d'eau, broyé à nouveau, lavé une deuxième fois et ainsi de suite. Puis, au moment où l'eau de lavage ne donnait plus de séroréaction positive, le résidu était soumis à l'action des enzymes d'Escargots. Chaque eau de lavage était centrifugée avant de faire le dosage sérologique. Les culots de centrifugation étaient lavés, centrifugés à nouveau, lavés une deuxième fois et ainsi de suite. Puis, comme pour le résidu fibreux, au moment où l'eau de lavage ne donnait plus de séroréaction positive, ils étaient soumis à l'action des enzymes d'Escargots pendant 48 h à 37°. Généralement, à l'exception du premier, les culots de centrifugation pouvaient être négligés. Le tableau 1 indique la marche des opérations et les quantités de virus obtenues au cours des diverses extractions.

Tableau I.

Broyage au mortier				Action des enzymes d'Escargot			
	Vol. des jus en cc	Dilution limite.	Unités sérolog.		Vol. des jus en cc	Dil. limite.	Unités sérolog.
1er broyage	65(1)	1/90	5.850				
Lavage du culot de centrif. du jus correspondant..	40	1/10	400				
2e lav. du culot.....	20	1/1	20	action sur 1er culot	4	1/25	100
2e broyage	50	1/40	2.000				
3e —			1.000				
4e —			500				
5e —			300				
6e —			250	1re action sur la fibre	12	1/180	2.160
7e —			50				
				2e action sur la fibre	10	1/1800	18.000
				lavage	50	1/30	1.500
Totaux ...			10.570				21.760

(1) 50 cc d'eau + 15 cc de jus correspondant aux 20,85 g de feuilles.

Essai 2. — 1 lot de 20,85 g exactement comparable à celui de l'essai précédent (moitiés de feuilles correspondantes) a été broyé à 12 000 t/min. pendant plusieurs minutes dans le broyeur à hélice. Cette opération a été répétée un certain nombre de fois, puis au moment où le liquide d'extraction ne donnait plus de séroréaction positive, le résidu a été soumis à l'action des enzymes d'Escargots. Comme dans l'essai 1, les culots de centrifugation des liquides d'extractions ont été soumis à des lavages et, après épuisement en virus, à l'action des enzymes d'Escargots.

Tableau II

Broyeur à hélice 12 000 t/mn				Enzymes d'Escargots			
	Vol. des jus en cc	Dil. limite	Unités sérolog.		Vol. des jus en cc	Dil. lim.	Unités sérolog.
1er broyage	65	1/450	29.250				
Lavage du culot de centrif. correspondant au 1er jus	40	1/80	1.200				
2e lav. du culot...	40	1/1	40				
3e lavag. du culot.	20	1/1	20	action sur le culot	4	1/1	4
2e broyage	50	1/15	750				
3e —	50	1/15	250				
4e —	50	1/15	250				
5e —	50	1/1	50	action sur la fibre	8	1/50	400
Totaux ...			31.810				404

Essais 3 *et* 4. — Le tableau 2 montre que le premier broyage à 12 000 t/min a libéré la presque totalité (29 250 u.s.) du virus extractible par cette méthode (32 234 u.s.) tandis que les enzymes d'Escargots ne libéraient qu'une quantité négligeable de virus lorsqu'elles agissaient sur les débris cellulaires restants. Dans le but de voir quelle serait l'action des enzymes sur une fibre moins finement divisée et de confirmer ainsi leur mode d'action indirect, des broyages ont été opérés à la vitesse de 8 000 t/min pendant 3 min. Dans ces conditions les dimensions des débris foliaires obtenus sont intermédiaires entre celles des résidus de broyage à 12 000 t/min et celles des résidus de mortier. Les feuilles sont déchiquetées en petits morceaux dont la surface peut atteindre quelques mm².

Les essais ont été réalisés sur 2 lots exactement comparables de demi-feuilles, de 19,45 g chacun. L'un était broyé au broyeur à 8 000 t/min, l'autre, servant de témoin, au mortier. Les lavages et les dosages ont été réalisés de la même façon que pour les deux premiers essais. Les résultats sont consignés dans les tableaux 3 et 4.

TABLEAU III

Broyeur à hélice 8 000 t/mn				Enzymes d'Escargots			
	Vol. des jus en cc	Dil. limite.	Unités sérolog.		Vol. des jus en cc	Dil. limite.	Unités sérolog.
1er broyage 8 000 t/m	65	1/170	11.050				
Lavage du culot de centrifugation .	40	1/20	800				
2e lav. du culot...	40	1/5	200				
3e — ...	20	1/3	60				
4e — ...	20	1/1	20	action sur le culot			80
2e broyage	50	1/10	500				
3e —	50	1/15	750				
4e —	50	1/20	1.000				
5e —	50	1/5	250	action sur la fibre	12	1/550	6 600
				2e action	10	1/1510	1 500
TOTAUX			14.630				8 180

TABLEAU IV

Broyage au mortier				Enzymes d'Escargots			
	Vol. des jus en cc	Dil. limite	Unités sérolog.		Vol. des jus en cc	Dil. limite	Unités sérolog.
1er broyage	65	1/90	5 850				
Lavage du culot de centrifugation .	40	1/20	800				
2e lav. du culot...	40	1/1	40	action sur le culot	4	1/25	100
2e broyage	50	1/10	500				
3e —	50	1/5	250				
4e —	50	1/10	500				
5e —	50	1/5	250				
6e —	50	1/5	250				
7e —	50	1/5	250				
8e —	50	1/1	50	action sur la fibre	12	1/275	3 300
				2e action	10	1/850	8 100
				lavage	50	1/20	1 000
TOTAUX			8 750				12 500

Le tableau récapitulatif 5 (1) montre que, dans les conditions expérimentales ci-dessus, l'action des enzymes d'Escargots est presque nulle (1,2 p. cent) après un broyage mécanique très énergique. Le premier broyage à 12 000 t/min a été le plus efficace (91 p. cent).

TABLEAU V

	Broyages		Enzymes d'Escargot	Totaux	Pour cent extrait par le broyage	Totaux Pour cent extrait par le 1er broyage	Pour cent extrait par les enzymes
	Totaux	1er broyage seulement					
Essai 2, 12 000 t/mn	30 510	29 260	387	30 897	98,7	94,6	1,3
Essai 3, 8 000 t/mn.	15 040	12 460	8 410	23 450	64,6	53,1	35,3
Essai 1, mortier	10 130	6 010	20 870	31 000	32,8	19,3	67,1
Essai 4, mortier	8 990	6 870	12 850	21 840	41,1	31,4	58,8

La libération du virus par les enzymes de l'Escargot est directement liée à l'action de désagrégation des tissus. Sur une fibre grossière obtenue par broyage au mortier, présentant une surface d'adsorption relativement réduite, la première action est plus faible que la seconde (2 160 u.s. soit 10 p. cent contre 18 000 u.s. soit 83 p. cent, tableau 1). Cette dernière s'attaque en effet à une fibre déjà finement désagrégée par le premier traitement et offre une plus grande surface à l'action des enzymes. Au tableau 4 nous trouvons de même 3 300 u.s. soit 26 p. cent pour la première action et 8 100 u.s. soit 65 p. cent pour la seconde. Sur une fibre assez finement divisée (broyeur 8 000 t/min, tableau 3), la première action enzymatique au contraire est la plus importante (6 600 u.s., soit 81 p. cent, puis 1 500 u.s., soit 18 p. cent).

Les enzymes de l'Escargot, en détruisant les membranes cellulaires, libèrent d'une manière indirecte le virus obtenu dans la cellule. Elles mettent au contact du liquide d'extraction la presque totalité du virus contenu dans les tissus. Dans le cas du broyage au mortier et du broyage à 8 000 t/min (essai 3), elles paraissent donc agir en complétant la dissociation des tissus amorcée par le broyage mécanique.

III. — Action comparée de différents systèmes enzymatiques sur un matériel provenant de broyages très fins.

BAWDEN et PIRIE (4) ont montré, par des dosages sérologiques sur des jus ayant subi une action enzymatique, que deux types de liaisons pouvaient être envisagés pour une partie du virus contenu dans les plantes infectées.

D'une part, le virus libéré au cours de son extraction se combinerait avec des constituants normaux du jus. L'existence de cette liaison a été mise nettement en évidence par BAWDEN et PIRIE (4). Ceux-ci ont en effet montré que le titre sérologique d'une solution purifiée de virus mise en présence d'un jus de plante saine était considérable-

(1) Les chiffres sont ramenés à 20 gr de feuilles.

ment abaissé. Le virus combiné à des éléments normaux tels que les chromoprotéides adsorbe bien les anticorps qui lui sont soumis pour le dosage mais le complexe ne précipite pas. Seule donc la diminution du taux des anticorps permet d'évaluer la quantité de virus fixée par les constituants normaux.

D'autre part, la nécessité de l'emploi d'enzymes pour extraire une partie importante du virus a conduit Bawden et Pirie (4) à formuler l'hypothèse de l'existence, au sein de la cellule infectée, d'une fraction de virus liée aux constituants normaux avec lesquels elle se trouve en contact.

On comprendra facilement que le premier type de liaison envisagé ne peut manquer d'interférer constamment dans les interprétations d'expériences tentées en vue de résoudre le problème important de la liaison du virus *in vivo*. Une estimation de la portion de virus combinée dans le jus d'extraction est de plus très difficile. En effet ce virus se trouve dans un état d'agrégation différent du virus libre et les méthodes usuelles de dosage ne pourraient être utilisées avec précision.

Dans les expériences qui suivent, les enzymes du tube digestif de l'Escargot, la trypsine et la pepsine, sont mises en comparaison dans leur action sur l'extraction du virus à partir de différents matériaux tels que des fibres broyées au mortier et des fibres finement divisées au broyeur à hélice. C'est en discutant du mode d'action de ces enzymes que nous essaierons d'approcher le problème de la liaison du virus.

En présence de ces faits, il nous a semblé qu'au lieu d'opérer des essais comparatifs d'extraction par différents systèmes enzymatiques sur un matériel intact comme l'ont fait Bawden et Pirie, il était préférable d'opérer sur des fibres débarrassées de la totalité du virus extractible par simple lavage à l'eau. En effet, dans ces conditions, l'action enzymatique s'opérant sur un substrat plus simple semble permettre une interprétation plus large des résultats et notamment réduire dans une certaine mesure, l'action de la combinaison du virus après extraction avec certaines substances telles que les chromoprotéides.

Technique. — Des feuilles de Tabac de la variété « Samsun » infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac sont débarrassées de leur nervure médiane, congelées, puis broyées dans un mortier avec une certaine quantité d'eau que l'on renouvelle. Ces eaux de rinçage sont éliminées jusqu'à ce que leur réaction sérologique, observée par la microméthode, soit nulle. Un autre lot de feuilles est broyé au broyeur à hélice en présence d'une certaine quantité d'eau, le jus obtenu est filtré au travers d'une étamine, la fibre retenue est broyée à nouveau avec une nouvelle quantité d'eau et ainsi de suite jusqu'à ce que la réaction sérologique du jus soit nulle. Huit broyages successifs réalisés chacun à une vitesse de 12 000 t/min, pendant une durée d'une minute et demie environ suffisent à l'obtention d'une fibre apparemment débarrassée de virus. Des poids de ces fibres égaux entre eux au 1/2 mmg près sont mis en contact d'une part, avec une solution de trypsine pure Rhône-Poulenc à 2 p. mille dans un tampon Sörensen (Gaw 1947.5) à pH 7,3, d'autre part avec des solutions d'enzymes du tube digestif de l'Escargot préparées comme précédemment. A chacune des préparations il est ajouté un égal volume de tampon Sörensen 7,3 et

quelques gouttes de chloroforme. Les digestions sont opérées à 37°. Après une certaine période d'incubation suivie d'un dosage sérologique, les fibres et leurs jus sont partagés en lots égaux pour subir de nouvelles digestions, puis de nouveau dosés. Ces dosages permettent de suivre l'action enzymatique à différents stades.

Dans une expérience ultérieure, on emploie successivement la pepsine à pH 2,2, puis le trypsine à pH 8,3, c'est-à-dire dans leurs conditions optima d'action protéolytique. Les solutions de ces enzymes sont à la concentration de 2 p. mille dans un tampon Britton et Robinson n° 1 qui permet, par addition de soude, de faire augmenter le pH de la solution sans faire varier son pouvoir tampon. Des témoins portés successivement à pH 2, puis 8,3 rendent compte de la perte de virus occasionnée par ces variations.

Essais réalisés. — 1° *Comparaison entre l'action de la trypsine et des enzymes de l'Escargot sur une fibre finement divisée au broyeur à hélice.* — 1 g de fibres est mis en contact avec 3 cc d'une solution d'enzymes de l'Escargot et 3 cc de tampon au pH 7,3. Après 20 h un dosage de ce jus donne une limite de dilution de 1/50 soit 300 unités (6×50). La fibre est alors divisée en deux lots égaux A et B, de 480 mmg. Le jus enzymatique contenant déjà une certaine quantité de virus est partagé semblablement : 2 cc de ce jus sont ajoutés à chacun des deux échantillons de fibre, on ajoute ensuite au lot A, 2 cc de tampon au pH 7,3 laissant donc ainsi continuer l'action des enzymes de l'Escargot. Ce tampon est remplacé, dans l'échantillon B, par 2 cc de solution de trypsine. Après 20 h le dosage du lot A indique une dilution limite de 1/125, soit 500 unités. Le substrat est dans ce cas deux fois moins important que celui du lot de départ. Pour rendre les chiffres de ces dosages comparables entre eux, nous les calculerons en unités sérologiques obtenues pour 1 g de fibre, soit 1 000 u.s. pour le lot A et 1 000 u.s. pour le lot B, dont la dilution limite était aussi de 1/250.

Comparativement 2 g de fibre sont mis en présence de 6 cc de trypsine et de 6 cc de tampon. Après 20 h le sérodiagnostic ne révèle aucun précipité. Comme précédemment la fibre est partagée en deux lots de 480 mmg ;

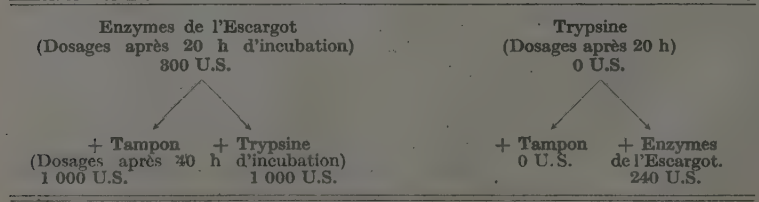
Au lot A, on surajoute 2 cc de tampon,

Au lot B, on surajoute 2 cc d'enzymes de l'Escargot.

Après 20 h les dosages donnent pour A : 0, pour B, 240 unités par g.

Le tableau VI schématise l'essai précédent.

Tableau VI



2° *Comparaison entre l'action de la trypsine et des enzymes de l'Escargot sur des fibres broyées au mortier.* — Le processus expérimental ayant été décrit en détail pour l'essai précédent, nous ne donnerons ici que le schéma de l'expérience (voir tableau 7). Après la première action enzymatique les lots sont partagés en 4 parts égales et, comme précédemment, soumis à des actions différentes. Ces dosages sérologiques sont effectués à différents stades des digestions enzymatiques.

Le tableau ci-contre résume les résultats.

TABLEAU VII

3 g de fibres + enzymes de l'Escargot				3 g de fibres + trypsine			
20 h				20 h			
240 U.S.				40 U.S.			
La fibre est divisée en 4 lots de 700 mg				La fibre est divisée en 4 lots de 700 mg			
lot A + tampon	lot B + trypsine	lot C + enz. esc.	lot D + enz. esc.	lot A' + tampon	lot B' + enz. esc.	lot C'	lot D'
20 h	20 h	20 h	20 h	20 h	20 h	20 h	20 h
900 U.S.	2 000 U.S.	Enz. Esc.	Enz. Esc.	80 U.S.	320 U.S.	trypsine	trypsine
		60 h	60 h	tampon	Enz. Esc.		
		tampon	trypsine	60 h	60 h	60 h	60 h
		20 h	20 h	tampon	Enz. Esc.	trypsine	Enz. Esc.
		2 660 U.S.	2 660 U.S.	20 h	20 h	20 h	20 h
				110 U.S.	2 400 U.S.	80 U.S.	320 U.S.

Les chiffres portés sur ce tableau sont des transformations des chiffres obtenus par les dosages sérologiques, transformations opérées comme il a été indiqué précédemment. Nous ramenons ces chiffres en unités sérologiques pour 1 g de fibres.

3° *Comparaison entre l'action de la trypsine et des enzymes de l'Escargot sur un culot de centrifugation.* — Un culot de centrifugation (5 min. à 8 000 t/min) provenant de 200 cc de jus extrait au broyeur à hélice est lavé 6 fois jusqu'à réaction sérologique nulle, puis divisé en deux lots égaux pour être mis en contact avec les enzymes. Le tableau 8 indique les résultats de la digestion après 22 h.

TABLEAU VIII

Culot + 4 cc enzymes de l'Escargot	+	4 cc tampon 7,3		80 U. S.
Culot + 4 cc trypsine	—	4 cc	—	120 U. S.

La quantité de virus libérable sur ces culots semble donc très faible.

4° *Action de la trypsine après incubation en présence de pepsine sur différents matériaux infectieux.* — L'action de la trypsine à pH 8,3 après 20 h en présence de pepsine à pH 2,2 a été essayée sur des fibres broyées au mortier, sur des fibres finement divisées et sur un jus virulent extrait au broyeur à hélice et centrifugé 5 min à 5 000 t/min conservant donc en suspension de nombreux éléments cellulaires. Sur les deux premiers matériaux l'action combinée des enzymes n'a apporté aucune modification aux résultats obtenus avec la trypsine seule dans les essais précédents, la présence des parois cellulaires empêchant toute diffusion des virus. L'action de la trypsine et de la pepsine sur les éléments en suspension dans le jus est portée sur le tableau 9. Celle-ci est déterminé après 20 h d'incubation avec la pepsine suivie de 20 h en puissance de trypsine.

Tableau IX

N°	Jus en présence	pH	Dosages
1	4 cc MT + 4 cc Pepsine 2,3 4 cc tampon 2,3 + 4 cc Trypsine 8,3 + 5 cc soude n/5 ...	8,1	220
2	4 cc MT + 4 cc Pepsine 2,3 + 4 cc tampon 2,3 + 4 cc Tampon 8,3 + 5 cc soude n/5	8,5	125
3	4 cc MT + 8 cc Tampon 2,3 + 4 cc Trypsine 8,3 + 5 cc soude	8,4	130
4	4 cc MT + 8 cc Tampon 2,3 + 4 cc Tampon 8,3 + 5 cc soude	8,3	125
5	4 cc MT + 17 cc Sörensen 7,3		220

Discussion.

Les essais effectués avec les enzymes de l'Escargot agissant seules paraissent bien montrer que celles-ci interviennent en complétant la désintégration de tissus insuffisamment broyés. L'utilisation du broyeur à hélice, à 12 000 t/min, permet, à l'aide de plusieurs broyages successifs avec intercalation de lavages des fibres et culots de centrifugation, d'extraire la quasi totalité du virus sans recourir à l'action d'enzymes.

L'interprétation du mode d'action de la trypsine est plus complexe. Dans l'essai comparant l'action de la trypsine et des enzymes de l'Escargot sur des fibres broyées au mortier, les lots A et B révèlent que la trypsine, après une action préalable des cellulases, libère 1 100 u. s. de plus que ces dernières agissant seules. Par contre les lots C et D correspondant à une incubation beaucoup plus longue, nous montrent que la trypsine ne permet pas d'augmenter la quantité de virus extraite par les cellulases agissant seules lorsqu'on leur laisse tout le temps d'agir complètement, résultat conforme aux indications de Bawden et Pirie. Nous pouvons conclure de là que la trypsine paraît accélérer la libération de virus par les enzymes d'Escargot mais ne l'augmente pas si on laisse ces dernières produire tout leur effet.

L'action de la trypsine précédant celle des cellulases de l'Escargot ne permet pas davantage d'augmenter l'importance des quantités extraites. Le lot B' nous donne en effet 2 400 u.s. contre 2 660 en C.

La trypsine, agissant seule, ne libère pas de virus en quantité sérologiquement décelable à partir des fractions traitées au broyeur à hélice. Par contre, sur les lots broyés au mortier, elle en libère une petite quantité : 110 u.s. en A' et 80 u.s. en C'. Il s'agit probablement alors d'une action sur ces complexes chromoprotéiques ou autres dont Bawden a mis en évidence la formation au cours des extractions. Ces complexes ne se formeraient pas lors du traitement au broyeur à hélice, probablement parce qu'on opère en présence d'une grande quantité d'eau.

Ce dernier essai ne nous permettait pas d'affirmer l'inexistence de liaisons *in vivo* entre les virus et les protéines normales du cytoplasme. On sait en effet que la trypsine agit sur des protéines déjà dégradées sous l'action d'autres enzymes et notamment la pepsine. C'est dans ce but que nous avons fait intervenir cette dernière, préalablement à la trypsine, dans la dernière série d'essais. Cette série est d'ailleurs délicate à interpréter. La possibilité d'une combinaison du virus avec des protéines contenues dans le jus ne peut être totalement éliminée mais, ainsi que nous l'avons vu plus haut, la présence d'une grande quantité d'eau la rend peut-être moins probable. D'autre part le pH très bas nécessaire pour faire agir la pepsine a dénaturé une partie du virus, mais les témoins soumis aux mêmes conditions de pH sans action d'enzymes permettaient d'effectuer des comparaisons valables. La pepsine agissant seule ne libérait pas de virus. L'action de la trypsine agissant seule fournissait un gain de virus de 4 p. cent par rapport au témoin. Enfin, après action préalable de la pepsine, le gain produit par la trypsine atteignait 75 p. cent. Ces résultats se rapportent à des tissus non épuisés en virus. Ils permettent de présumer, sans toutefois le démontrer d'une façon bien certaine, qu'à la suite d'un broyage unique au broyeur à hélice, une partie des particules de virus reste enfermée dans le réseau des protéines de structure et peut être libérée par la trypsine lorsque ces protéines ont été préalablement lésées par la pepsine. Il s'agirait là d'une liaison purement physique que plusieurs broyages successifs à 12 000 tours suffisent à rompre.

Conclusion.

Les essais relatés dans ce mémoire ne révèlent aucun fait susceptible de servir d'argument en faveur de l'existence d'un virus lié *in vivo*, qui pourrait être libéré par la seule action d'enzymes. Tout au plus peut-on supposer qu'à la suite d'un premier broyage au broyeur à hélice les protéines cytoplasmiques qui restent unies à la première pulpe retiennent dans leur réseau une certaine fraction de virus. Plusieurs broyages mécaniques poussés, agissant successivement, et suivis de rinçages à l'eau permettent d'épuiser les fibres et pulpes dans des conditions telles que les enzymes sont ensuite dépourvues d'action.

(*Reçu le* 15 *septembre* 1949.)

BIBLIOGRAPHIE

(1) Bawden (F.C.) et Pirie (N.W.). — The isolation and some properties of liquid crystalline substances from Solanaceous plants infected with three strains of tobacco mosaïc virus. *Proc. Roy. Soc.*, London, 832, p. 274-520, vol. 123, 1937.

(2) Bawden (F.C.) et Pirie (N.W.). — The liberation of virus together with material that inhibit its preparation with antiserum from solid residues of tomato plants suffering from bushy stunt. *Brit. J. Exp. Path.*, 25, p. 68-80, 1944.

(3) Bawden (F.C.) et Pirie (N.W.). — The separation and properties of tobacco mosaïc virus in different states of aggregation. *Brit. J. Exp. Path.*, 26, p. 294-312, 1945.

(4) Bawden (F.C.) et Pirie (N.W.). — The virus contend of plant suffering from tobacco mosaïc. *Brit. J. Exp. Path.*, 27, p. 81-90, 1946.

(5) Gaw (H.). — A comparative study of the properties of two strains of tobacco mosaïc virus prepared from the sap and from the leaf residues of diseased turkish tobacco plant. *Arch. für die Ge. Virusforsch*, III, 6, p. 347-355, 1947.

(6) Limasset (P.) et Augier de Montgremier (H.). — Sur une méthode de dosage des virus des plantes. *C.R. Ac. Sc.*, 225, p. 1176-77, 1947.

(7) Limasset (P.), Cornuet (P.) et Gendron (Y). — Titrage du virus de la mosaïque du tabac dans les organes aériens de tabacs infectés. *C.R.Ac. Sc.*, 228, p. 1888-1890, 1949.

(8) Limasset (P.), Cornuet (P.) et Gendron (Y). — Sur le mode d'action de certains systèmes enzymatiques utilisés pour l'extraction du virus de la Mosaïque du Tabac (*Marmor Tabaci* (Orton) Holmes) à partir de tissus infectés. *C.R. Ac. Sc.*, 229, p. 778-780, 1949.

(9) Pirie (N.W.). — The state of virus in the infected cell. *Cold Spr. Harb. Symp. Quant Biol.*, XI, p. 184-192, 1946.

BIOLOGIE D'UN HEXAMERMIS,
(*NEMATODES MERMITHIDÆ*)
PARASITE DES INSECTES DÉFOLIATEURS DE L'OSIER

PAR

A. COUTURIER

Directeur de la Station de Zoologie agricole d'Alsace (1).

SOMMAIRE

I. — **Introduction.**

II. — **Vie parasitaire.**
Comportement des hôtes.
Libération du parasite.
Déterminisme de la taille et du sexe.

III. — **Vie libre dans le sol.**
Préparation de la mue et mue.
Comportement de l'adulte. Ponte.
L'œuf.
La larvule. Infestation expérimentale.

IV. — **Considérations générales et conclusions.**

I. — Introduction.

Les oseraies des rives de la Garonne situées sur le territoire des communes de Cerons, Cadillac et Beguey (Gironde) sont attaquées par de nombreux insectes.

En avril, les limbes encore tendres de *Salix fragilis* L. reçoivent les premiers œufs de *Melasoma populi* L. (Coléopt. chrysom.). Les autres Chrysomélides, *Phyllodecta vitellinae* L. et *Plagiodera versicolor* LAICH., qui ont aussi passé l'hiver dans les écorces ou sous les pierres du voisi-

(1) Travail effectué à la Station de Zoologie agricole du Sud-ouest, Pont-de-la-Maye (Gironde) où l'auteur se trouvait avant sa nomination en Alsace.

nage, apparaissent un peu plus tard. Les jeunes larves vivent en groupes issus d'une même ponte. Au moment de la nymphose *Ph. vitellinae* va se transformer dans le sol, mais *M. populi* et *Pl. versicolor* se suspendent par l'extrémité postérieure à une feuille ou à un rameau. Les adultes sortent en été, une seconde génération se développera avant l'automne.

Les chenilles de *Acronycta leporina* L. (Lépidopt.) sont assez fréquentes en juin. Les Tenthrèdes, *Pteronidea salicis* L. (Hyménopt.) surgissent de terre en septembre, elles logent leurs œufs sous l'épiderme inférieur des feuilles. Les larves, d'abord groupées, se dispersent peu à peu sur les rameaux avoisinants.

Dès 1933 [1] nous avons signalé que ces défoliateurs sont souvent parasités par un Nématode filiforme de la famille des Mermithidae appartenant au genre *Hexamermis* [2].

La biologie d'un *Hexamermis* (*H. albicans* v. Sieb.) a été découverte dans ses grandes lignes depuis déjà une centaine d'années par von Siebold qui le premier en a réussi l'élevage à partir de Chenilles attaquées de *Hyponomeuta cognatella* Hubn. à Fribourg en 1848-1850. Après la libération des parasites qui ne présentaient pas encore d'organes sexuels, l'auteur a signalé leur devenir dans de la terre maintenue humide : mue, accouplement, ponte. Il lui a été ensuite possible de contaminer des jeunes Chenilles à partir de larvules obtenues d'élevages. Von Siebold a déjà posé nettement le problème de la migration larvaire en vue de l'infestation d'hôtes exclusivement aériens, il a aussi insisté sur le caractère morphologique de la pointe apicale larvaire qui disparaît à la mue (1854, p. 204), mais sans en comprendre la signification.

De très nombreux hôtes ont été relevés à Fribourg. La liste, complétée par divers auteurs, et en particulier par von Linstow (1899), groupe surtout des Lépidoptères et quelques Coléoptères, Hyménoptères Tenthrèdinides et Orthoptères. Hagmeier (1912) y a ajouté des Myriapodes (*Geophilus*, *Julus*). Enfin von Siebold lui-même a rencontré en abondance le Nématode chez un mollusque : *Succinea amphibia* à Dantzig et à Breslau. A ce propos, Müller (1931) considère que plusieurs formes ou sous-espèces se groupent sous la dénomination de *H. albicans*. D'après lui, ce nom collectif comprendrait au moins plusieurs races biologiques vivant chacune aux dépens d'insectes différents. Il s'accorde ainsi avec les observations faites par Cobb, Steiner et Christie (1924) à propos de *Agamermis decaudata*, parasite d'Orthoptères en Amérique. Le fait que des larvules infestent un hôte ne signifierait pas que le développement complet peut être obtenu à partir de celui-ci. Les expériences de von Siebold et de Hagmeier ne seraient pas significatives à cet égard. Müller rappelle les observations de Kohn au sujet

(1) Cf. les 3 dernières références bibliographiques.

(2) Devantoy (1948) a obtenu en 1944 un *Hexamermis* de larves de *M. populi* récoltées aux environs de Belfort.

Le genre *Hexamermis* est caractérisé à la fois, chez la larve quittant l'hôte, par un appendice caudal formant une petite épine et par la présence de 6 papilles sensorielles céphaliques. La femelle présente un vagin transverse arqué. Le mâle porte une paire de spicules.

Nous ne pouvons malheureusement pas préciser l'espèce, bien que nous ayons depuis longtemps envoyé nos meilleurs exemplaires à plusieurs spécialistes, M. Steiner à Washington en 1937 et M. Dolfuss à Paris en 1941.

de larves de *Paramermis* qui se rencontrent dans différentes espèces de *Chironomus*, mais dont le développement pourraît seulement se poursuivre complètement chez *Ch. plumosus*. Nous pensons cependant, comme STEINER, que certains *Mermis* (dont *H. albicans*) peuvent vivre aux dépens d'hôtes appartenant à des groupes systématiques divers alors que d'autres seraient plus spécialisés, comme cela s'observe également chez les insectes entomophages.

Le matériel rassemblé par von SIEBOLD a été l'objet, à la même époque, d'études morphologiques et anatomiques très poussées de la part de MEISSNER (1854). Celui-ci a signalé l'existence d'intersexués.

VANDEL (1927-1930) a fait connaître l'action exercée sur la Fourmi *Pheidole pallidula* Nyl. par un *Hexamermis* dont il a étudié le cycle évolutif. Les soldats parasités, appelés mermithostratiotes, subissent des transformations morphologiques profondes et présentent des caractères intermédiaires entre ceux des différentes castes femelles.

Nous croyons encore faire œuvre utile en présentant nos observations qui apportent des précisions nouvelles sur la vie d'un *Hexamermis* sp. (1).

TABLEAU I

Variation du parasitisme au cours des années 1932 *à* 1940 *au foyer de Cerons (Gironde).*

Dates de récoltes	Espèces Hôtes	Observations
1932		
28-9	A, B, C,	Nombreux adultes et larves de A, B ; p=40 p. cent, sauf
19-10		dans les parcelles situées contre la rivière.
9-11		Quelques larves de C.
1933		
6-10	D	L'unique chenille trouvée est parasitée.
1934		Pas de larves de A, B, C.
12-10	C	p = 30 p. cent.
1935		
23-10	C	p faible.
1937		
3-5	E	p = 80 p. cent des prénymphes et imagos.
1938		
23-5	A, E	A, p faible.
		E, p = 90 p. cent larves du dernier stade (49 pour 57).
		p = 5 p. cent larves du premier âge.
		p = 25 p. cent imagos.
20-7	E	Larves très nombreuses, p faible.
16-9		Très peu de larves, pas de *Mermis*.
14-10	A, C, D	p faible pour A, nul pour C, D.
1939		
4-7	E	p = 20 p. cent des imagos.
1940		
9-8	E	Peu d'insectes, p = 70 p. cent.

Abréviations : A : *Phyllodecta vitellinae* L. — B : *Plagiodera versicolor* Laich. — C: *Pteronidea salicis* L. — D : *Aconycta leporina* L. — E : *Melasoma populi* L. — p : pourcentage de parasitisme.

(1) On connaît encore la biologie de quelques autres mermithides. Deux parasites d'Orthoptères aux Etats-Unis d'Amérique, *Mermis subnigrescens* Cobb et surtout *Agamermis decaudata* Cobb, Steiner et Christie qui a été très bien étudié par CHRISTIE (1936). *Paramermis contorta* von Linstow qui a pour hôte la larve aquatique du *Chironomus rhummi* Kief. (COMAS 1927). Un *Mermis* sp. parasite du Ver blanc, larve du Hanneton commun *Melolontha melolontha* L. (COUTURIER 1948).

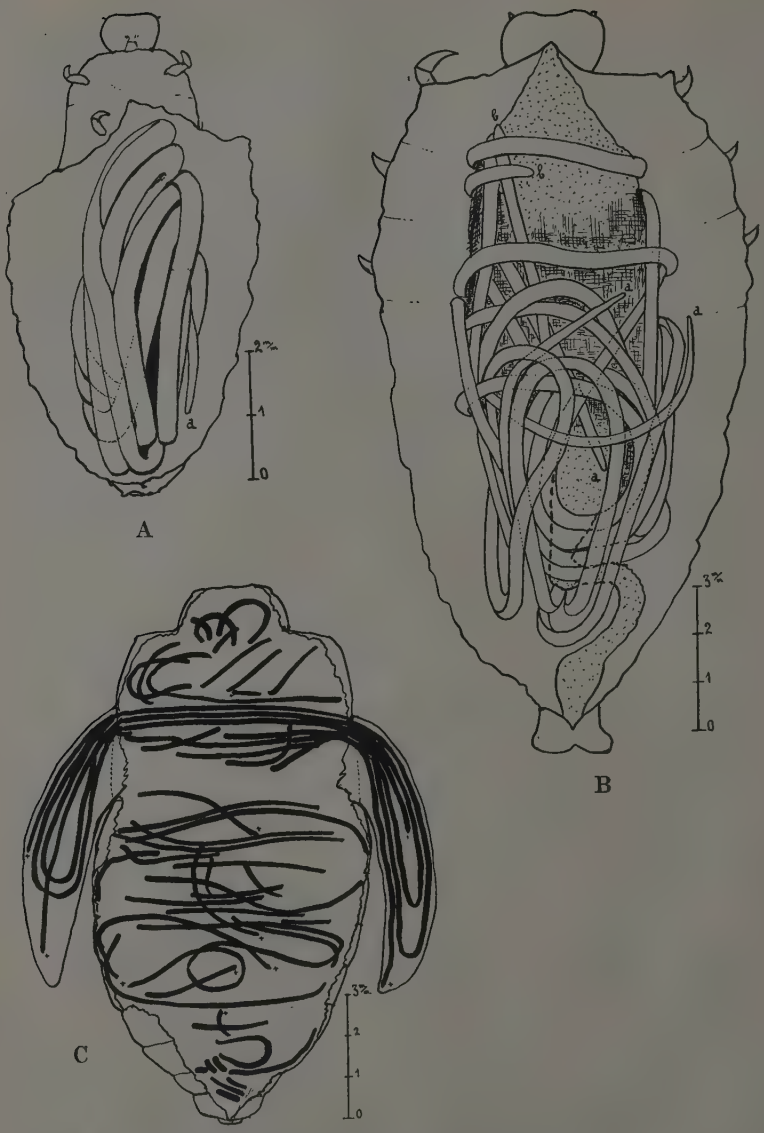


FIG. 1. — Larves de *Mermis* en place à l'intérieur de leurs hôtes.

A : 1 individu dans une larve de *Phyllodecta vitellinae* L.
B : 3 individus dans une larve de *Melasoma populi* L.
C : 87 individus dans une nymphe de *M. populi*.
(*a* = extrémité antérieure visible, + = extrémité libre visible).

II. — Vie parasitaire.

Le Nématode vit en parasite à l'intérieur de la cavité générale de tous les insectes défoliateurs de *Salix fragilis* L. Le tableau 1 donne la liste des espèces avec indication de l'époque de la récolte et du pourcentage de parasitisme.

Comportement des hôtes. — Les vers sont enroulés plusieurs fois sur eux-mêmes, se logeant entre les organes de l'hôte sans les attaquer et pouvant pénétrer jusque dans les appendices. Chez une nymphe de *M. populi* plusieurs s'étaient glissés dans les moignons alaires (*fig.* 1).

Les *Mermis* se nourrissent probablement par osmose dans l'hémolymphe et accumulent des substances grasses de réserve. La disparition progressive du corps adipeux donne aux larves atteintes un aspect vitreux caractéristique et permet souvent de distinguer les Nématodes par transparence.

FIG. 2. — Larve de *Pteronidea salicis* L. parasitée, gonflée et turgescente. *Ramadier phot.*

Une larve de *Pteronidea salicis* L. attaquée se reconnaît déjà à une légère décoloration de la région médiane qui finit par devenir blanc-jaunâtre et vitreuse par élimination des corps gras teintés ici en vert. Les deux extrémités de l'hôte conservent toujours leur couleur jaune-orangé vif. Arrivée à son complet développement, une larve saine cesse de se nourrir et descend au niveau du sol pour tisser bientôt un cocon de soie brune. Une larve parasitée du même âge se montre au contraire d'une grande voracité, elle continue à s'alimenter pendant plusieurs jours encore jusqu'à devenir très grosse. Le corps gonflé s'arque et reste toujours en extension avec l'extrémité postérieure légèrement recourbée (*fig.* 2). L'insecte ne réagit presque plus aux excitations.

Au bout d'un certain temps, la larve prend beaucoup moins de nourriture et rejette très peu d'excréments, ceux-ci, d'aspect boudiné, restent adhérents à l'anus dont le sphincter ne fonctionne plus. Quelques jours encore et la larve ne mange plus, perd sa turgescence et devient molle et flasque. A aucun moment elle n'a tendance à abandonner la feuille sur laquelle elle se cramponne. La sortie du *Mermis* est proche ; il se libérera en perforant l'épiderme en un point quelconque de moindre résistance et du liquide intérieur s'épanchera par cet orifice. La larve hôte sera encore capable de se déplacer un peu, mais elle ne pourra plus tisser de cocon, ni achever son développement. Elle mourra quelques jours plus tard.

Chez *Melasoma populi* L., les larves, normalement blanches, deviennent jaunes et translucides ; elles se nourrissent aussi beaucoup plus que les témoins. Elles ne parviendront généralement pas à la nymphose, sauf dans le cas d'attaques tardives. Elles s'aplatissent selon les faces ventrale et dorsale par suite de la tension exercée par les boucles et replis des Nématodes enroulés à l'intérieur de leur corps.

Les larves de *Ph. vitellinae* et de *Pl. versicolor* présentent un aplatissement caractéristique analogue. Des *Mermis* se rencontrent aussi chez les imagos de ces chrysomélides.

Libération du parasite. — Le parasite poursuit son développement dans l'hôte aussi longtemps qu'il y trouvera des conditions favorables. L'époque du départ ne paraît pas bien définie, elle doit être en rapport avec un changement de la composition de l'hémolymphe qui provoquerait un arrêt de croissance du Nématode et sa libération. Il s'agit sans doute à la fois de l'appauvrissement du liquide nourricier auquel manqueraient certains éléments essentiels, et de l'accumulation de substances particulières résultant du métabolisme du parasite. Les deux facteurs doivent entrer en jeu, mais ils paraissent complètement indépendants du développement propre de l'hôte et n'être pas influencés par ses transformations (mue, nymphose).

Les insectes atteints dès les premiers stades peuvent arriver jusqu'au dernier âge d'une manière presque normale, mais la nymphose ne pourra pas se produire et leur comportement subira les profondes modifications dont nous avons parlé précédemment.

Pour se libérer, le Nématode passe à travers la peau de l'hôte en utilisant généralement des zones de moindre résistance comme les membranes intersegmentaires. L'opération demande 2 à 3 minutes en raison de la grande taille du ver comme le montre les exemples ci-après :

Ex. larve de *Phyllodecta vitellinae* L. le 11-10/1932. — 2 Nématodes. Le premier se libère en perforant la membrane intersegmentaire située entre la capsule céphalique et le prothorax, face dorsale. Il sort d'abord à moitié, puis rentre dans l'hôte avant de se dégager complètement. Durée 3 mn. Longueur 55 mm. Presque au même moment, le second ver quittait l'insecte par l'extrémité postérieure au voisinage de l'anus. Durée 2 mn.

Ex. larve de *Ph. vitellinae* L. le 11/11/1932. — 3 Nématodes. Le point de sortie du premier n'est pas connu, mais les deux autres passent à travers la membrane séparant la tête et le thorax, l'un dorsalement, l'autre ventralement. Durée environ 2 mn pour chacun.

Ex. larve de *Melasoma populi* L. Un Nématode cherche à passer à travers une glande exertile métathoracique gauche (*fig.* 3).

Ex. imago *M. populi*, le 13/6/1938. 14 *Mermis* de 4,5 à 5,5 mm. L'un d'eux meurt pendant qu'il s'échappe par un point situé au voisinage de l'insertion de la deuxième paire d'ailes à droite.

Ex. larve de *Pteronidea salicis* L. le 19/11/1934. Sortie au point d'articulation de la hanche avec la patte métathoracique droite, côté externe. Durée 1 mn (L'hôte repose sur le sol sur le côté gauche).

Ex. larve de *Pt. salicis*, le 11/11/1934. — 3 Nématodes dont 1 femelle apparue la première et 2 mâles. Le second sort par le côté droit de l'extrémité postérieure, un peu en dehors de l'anus. A moitié dégagé, il rentre à nouveau entièrement dans le corps de la larve hôte qui avait été dérangée puis, après quelques secondes pendant lesquelles un liquide verdâtre s'écoule de l'orifice ainsi percé, le ver sort définitivement par le trou déjà ouvert.

Déterminisme de la taille et du sexe. — Le nombre de vers susceptibles de vivre aux dépens d'un même individu est très variable. Une larve de *M. populi* peut donner de 1 à 22 Nématodes. Une nymphe en contenait jusqu'à 37. Le maximum observé chez les imagos a été de 15. Ces derniers nourrissent généralement des solitaires pouvant atteindre 150 à 200 mm, c'est-à-dire de dimensions beaucoup plus grandes que les autres.

La taille des *Mermis* varie en raison inverse de leur nombre à l'intérieur du même hôte. Cependant, leur développement est presque toujours achevé au moment où ils abandonnent leur proie. Ce phénomène est sans doute déterminé par des substances versées par les Nématodes dans le sang de l'insecte. Par leur concentration et par leur « accumulation », pour employer le terme utilisé par Vandel (1931 et 1932), elles interviennent pour modifier le métabolisme des parasites et la nature de leurs échanges avec l'hôte. Un ver isolé pourra arriver à des dimensions relativement considérables alors que les éléments d'un groupe aboutiront à un état physiologique analogue tout en restant beaucoup plus petits. La taille des hyménoptères parasites varie de même selon leur nombre et selon la grandeur de leur proie.

Les grands solitaires sont toujours des femelles, les petits provenant de multiplées sont presque surtout des mâles.

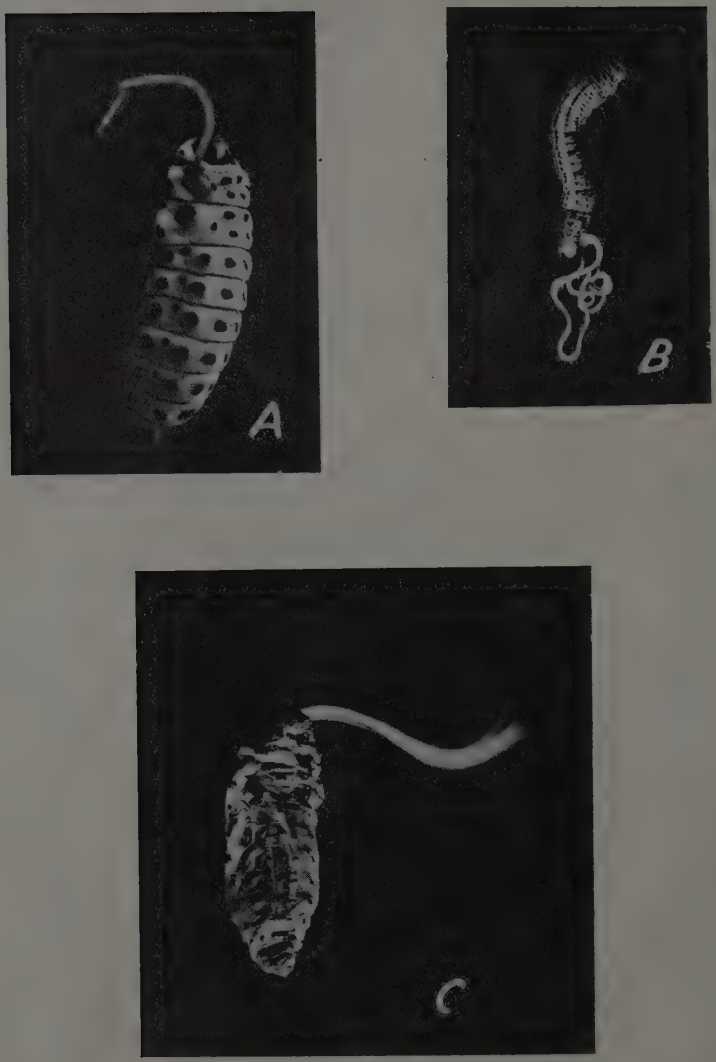


Fig. 3. — Libération du Nématode.

A et C : ex. *M. populi* — B : ex. *Pt. salicis*. *Ramadier phot.*

Le tableau II donne le sexe et les dimensions d'*Hexamermis* obtenus à partir de larves et d'imagos de *M. populi* récoltés dans la nature (1). Le phénomène a déjà été mis en évidence chez quelques Mermithides. D'après CAULLERY et COMAS (1928), la petite larve du *Chironomus rhummi* donne 15 fois plus souvent une femelle que un mâle de *Paramermis contorta* lorsqu'elle contient seulement un parasite ; à partir de 10 individus par hôte on trouve au contraire 5 à 7 fois plus de mâles. Chez *Mermis subnigrescens*, CHRISTIE (1929) a montré, par de minutieuses contaminations expérimentales d'Orthoptères américains (*Chortophaga viridifasciata* DE GEER, *Romalea microptera* DRURY et *Melanoplus femurrubrum* DE GEER), qu'il n'y avait pas d'élimination sélective d'un sexe par dénutrition comme chez les Strepsiptères et les Monstrillides (VANDEL 1932). Il a obtenu en effet le développement de la presque totalité des œufs avalés par les hôtes. Jusqu'à 10 Nématodes par Sauterelle, ce sont presque toujours des femelles ; au-dessus de 15 presque toujours des mâles ; uniquement des mâles à partir de 23. Entre 10 et 15 le rapport des sexes est très variable.

TABLEAU II

Nombre et caractères des *Hexamermis* sortis d'un même individu de *Melasoma populi* L.

Nombre	Sexe		Longueur en mm	
	♀	♂	♀	♂
ex larves :				
1	1		60	
1	1		grande	
1	1		150	
1	1			
1	1		140	
2	1	?	60 chaque	
2	2		140 et plus petit	
3	2	1	105 - 115	80
4	1	3	120	50 - 70 - 75
5 (1)	2	3	75 - 80	58 - 60 - 65
7 (1)		4 + ?		75 - 55 - 38 - 38,1
9		?		de 48 à 80
10		?		de 30 à 80
13		2 + ?		de 20 à 60
16		16 ?		de 30 à 60
21		5 + ?		environ 30 chacun
22		?		de 40 à 68
ex imagos :				
1	1		203	
1	1		134	
1	1		140	
1	1		175	
1	1		150	
1	1		200	
1	1		193	
2 (2)	2		153 et 71"	
3	3		93 - 165 - 185	
6 (2)	1	1 + ?	97	48
15		14 + ?		45 à 60

(1) Une larve de Diptère en superparasite dans le même hôte.
(2) Un Nématode n'appartient pas au genre *Hexamermis*.

(1) Les larves quittent l'hôte avant leur maturité sexuelle, mais il est parfois possible de reconnaître les mâles par la persistance de l'orifice anal et l'apparition à proximité de cet endroit d'une vésicule où se formeront les spicules. CHRISTIE (1929) a déjà utilisé ce caractère chez *Mermis subnigrescens*.

Le déterminisme du sexe pourrait être rapproché de celui de la Bonellie (Gephyriens) où les larves deviennent mâles sous l'influence de secrétion femelle émanant des tissus de la trompe. Chez les *Mermis*, ce serait seulement à partir d'une certaine quantité, et par *accumulation*, que se ferait sentir l'action de substance provenant de vers en cohabitation dans le même hôte. Le superparasitisme aboutit donc à la formation de mâles et à l'absence de femelles, il diminue les possibilités de multiplication de l'espèce qui retrouve ainsi son équilibre naturel.

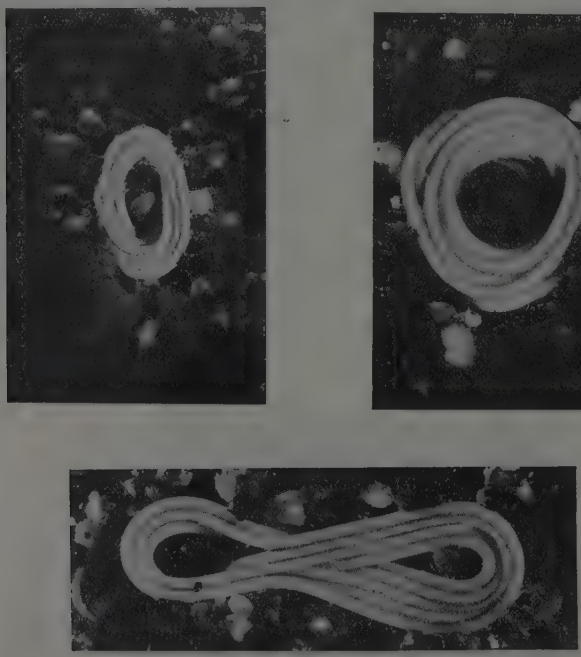


Fig. 4. — Préparation de la mue dans le sol, position d'attente (× 4).
Ramadier phot.

Je n'ai pas eu l'occasion de rechercher les individus intersexués. Meissner (1854) a décrit chez *Hexamermis albicans* des femelles fonctionnelles naines présentant en outre les caractères sexuels secondaires du mâle. L'intersexualité a été retrouvée à des degrés divers chez d'autres espèces bisexuées, en particulier *Paramermis contorta* et *Agamermis* (*M. subnigrescens*, capable de se reproduire par parthénogenèse, n'en présente pas d'après Christie, 1929). Elle se rencontre seulement chez les femelles, jamais chez les mâles. Selon Steiner (1923) et Comas (1927), le phénomène serait peut-être en rapport avec la constitution hétérozygote de l'un des sexes, il s'agirait d'hybrides.

III. — Vie libre dans le sol.

Préparation de la mue et mue. — Le parasite qui vient de quitter l'hôte a un très grand besoin d'eau. Nous avons réussi à le maintenir dans de bonnes conditions en le plaçant en boîte de PÉTRI contenant du sable humide, lavé, stérilisé et calibré de manière à éliminer les plus fines particules passant au tamis n° 20 (mailles de 1,03 mm) et les gros éléments retenus par le tamis n° 15 (mailles de 1,63 mm).

S'il ne trouve pas rapidement à sa portée l'humidité nécessaire à son équilibre physiologique, le Nématode se raccornit et s'enroule selon des spires de très faibles rayons lui donnant l'aspect d'un petit ressort à boudin de couleur jaunâtre. Plongé alors dans l'eau, le corps se détend et reprend sa souplesse originelle, mais l'animal ne manifeste plus aucune activité : il a été tué par dessiccation.

Dans la nature, les vers se laissent tomber sur le sol et s'enfoncent de suite à plusieurs centimètres de profondeur. Ils s'arrêtent bientôt pour s'enrouler en spires assez serrées (*fig.* 4). Il est fréquent de rencontrer plusieurs d'entre eux intimement mêlés en un seul peloton. Sans changer d'emplacement, ils glissent continuellement sur eux-mêmes. Ils resteront en cet état pendant toute la période de maturation préparant la mue, celle-ci peut se produire un à deux mois après la sortie de l'hôte.

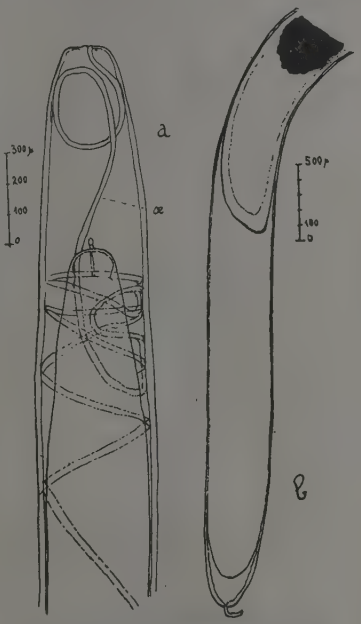


FIG. 5. — Préparation de la mue par décollement des deux extrémités.
a : extrémité antérieure.
b : extrémité postérieure avec son appendice.
œ : œsophage larvaire déjà complètement rejeté.

Les organes sexuels se forment pendant ce temps. Les spicules du mâle naissent dans la vésicule anale que l'on pouvait déjà distinguer chez la larve fraîchement libérée. L'orifice génital femelle transparaît bientôt au milieu du corps.

Le Nématode se détache peu à peu de son enveloppe larvaire. Le phénomène est surtout visible aux deux extrémités qui se présentent souvent en retrait et permettent le renouvellement des organes d'origine ectodermique (papilles sensorielles, œsophage, etc...). Le revêtement cuticulaire de l'œsophage est éliminé peu à peu par suite des contractions de la région antérieure. Il apparaît bientôt sous forme d'un long filament entremêlé situé entre l'enveloppe céphalique de la larve et la tête néoformée du ver (*fig.* 5). Les transformations achevées, l'animal devenu adulte s'ouvre un passage à travers l'exuvie en la

FIG. 6A.

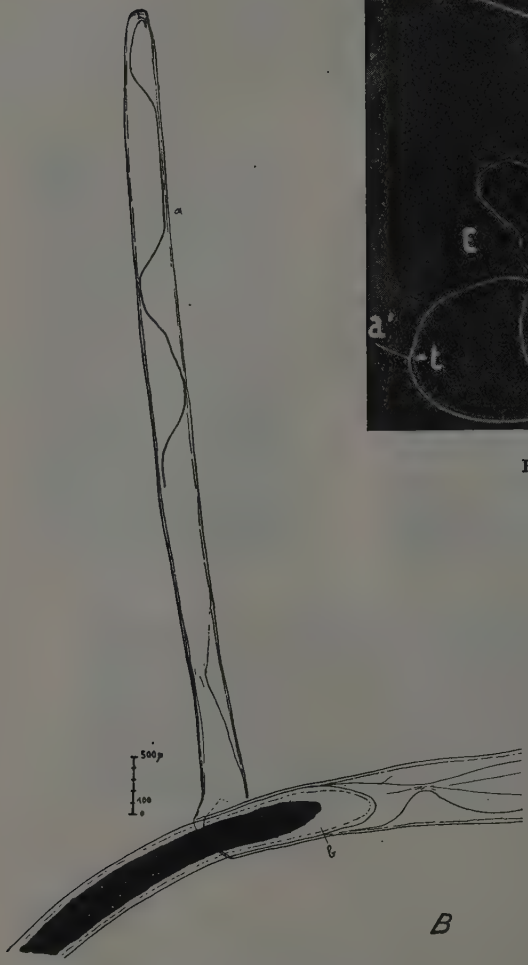


FIG. 6B.

FIG. 6A. — La mue. Sortie de l'adulte à travers l'enveloppe larvaire.

Ver en extension après fixation à l'eau chaude. V : ver — E : exuvie — *a a'* : extrémités antérieures du ver et de l'exuvie. — *b'* : extrémité postérieure de l'exuvie — *t* : trou de sortie.

Ramadier phot.

FIG. 6B. — Détail d'une partie de l'individu représenté en 6A ; *b* : extrêmité postérieure de l'adulte non encore dégagée.

œ : œsophage larvaire retenu avec l'exuvie.

perforant à quelques millimètres en retrait de l'extrémité antérieure (*fig.* 6 *et* 7), comme cela a déjà été observé chez *Agamermis*. L'orifice de sortie apparaît toujours à peu près au même endroit ; il est plus ou moins éloigné de la tête selon la taille de l'individu mais, cependant, il ne se trouve pas en un point défini avec précision (tabl. III). Dans certains cas aberrants, le Nématode s'échappe en passant presque par le milieu de l'enveloppe larvaire. L'exuvie, plus ou moins plissée, se retrouve souvent intacte dans les dispositifs d'élevage. La taille ne se trouve pas modifiée par la mue.

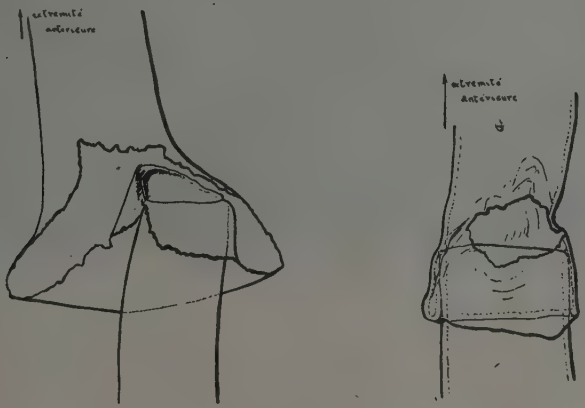


FIG. 7. — Orifices de sortie de 2 nématodes.

TABLEAU III

Situation du point de sortie au moment de la mue.

L	*l*	L	*l*
45	3	110	7
51	4	120	4
55	4	128	6
60	4	140	10
63	3,5	153	10
64	6	156	9
65	5	167	5
68	5	175	10
74	4,5	177	8
92	5	228	8,5
94	4,5		
95	5,5	130	27 et 40
104	9,5	175	60
110	5		

L : Longueur totale de l'exuvie en mm.
l : distance en mm séparant le point de sortie de l'extrémité antérieure.
Les deux derniers chiffres se rapportent à des mues anormales.

B

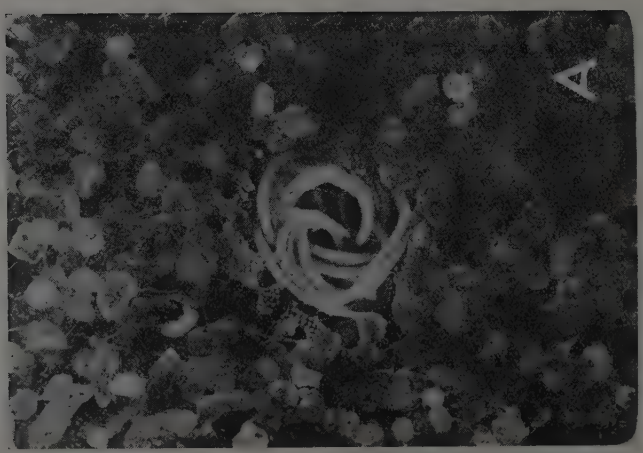

A

FIG. 8. — Couple en ponte entouré de ses œufs (× 4). Il est toujours au même emplacement après 10, 20 et 50 jours (♀ 106 *b* × ♂ 125 *b*). Vues prises les 23/8/1938 (A), 2/9 (B), 12/9 (C) et 12/10/38 (D). *Ramadier phot.*

Comportement de l'adulte. Ponte. — Après la mue les Nématodes poursuivent leur vie souterraine sans se nourrir. Ils sont toujours extrêmement sensibles à la dessiccation.

Femelles isolées. — Comme cela a été observé pour *Ag. decaudata* (Christie 1929), et pour un *Hexamermis* parasite de la Fourmi *Pheidole pallidula* (Vandel 1934), une *femelle non fécondée et maintenue isolée, n'est pas capable de se reproduire par parthénogenèse* (1). L'espèce est strictement *bisexuée*. Nous avons conservé ainsi quelques individus pendant plusieurs années jusqu'à ce qu'ils meurent par épuisement de leurs réserves. Voici quelques types :

La femelle 13 g (longueur : 228 mm) s'était libérée le 8 octobre 1933 d'une chenille de *Acronycta leporina* L. en même temps que 7 autres *Mermis*. Isolée de suite, elle est restée enroulée au même endroit contre le fond du récipient jusqu'à la mue survenue au bout de 6 semaines (28/11/1933). Devenue adulte, elle a cheminé dans le dispositif, s'arrêtant de nouveau quelques jours pour reprendre sa course. Fin janvier 1934, elle s'est mise en pelote pendant un mois et demi pour montrer à nouveau une activité intermittente jusqu'au début de juin. Nouveau repos de 5 mois, quelques déplacements au début de novembre, arrêt de 4 mois, reprise momentanée à la fin de mars 1935 et ainsi de suite jusqu'à l'automne 1937. Au bout de *quatre ans*, la femelle meurt par accident par suite du dessèchement du sable. A cette époque, elle était devenue translucide par disparition des corps gras.

La femelle 13 c (longueur : 120 mm) est sortie du même individu, et en même temps que 13 g. Elle a mué le 22/11/1933 après être restée enroulée depuis sa libération. Elle a vécu isolée pendant un peu plus de 3 ans, présentant des phases sédentaires moins longues que 13 g et des périodes ambulatoires très courtes.

La femelle 56*b* (longueur : 153 mm) est sortie d'un imago de *Melasoma populi* le 30/7/1938. Mue le 22/8/38. Mise en présence d'un mâle déficient, il n'y a pas eu fécondation. Elle est restée vivante pendant deux ans et demi.

Les parasites de Fourmis, de plus petite taille, ont vécu au plus 33 mois après leur isolement (Vandel 1934).

Pendant les périodes de repos relatif, le Nématode reste bien au même endroit contre une paroi du récipient, mais il modifie continuellement sa position en glissant sur lui-même. Il ne s'agit donc pas d'une immobilité complète, mais d'un *état sédentaire*. Le peloton formé par l'adulte est plus contourné, il présente plus de complications que le simple enroulement précédant la mue (*fig.* 8).

Ponte. — Les femelles vierges, mises en présence d'un mâle, se mettent en ponte 20 à 40 jours après l'accouplement. Le mâle rejoint généralement sa partenaire sans que celle-ci se déplace. Le couple reste souvent enlacé pendant plusieurs mois, formant un peloton lâche autour duquel les œufs s'accumulent (*fig.* 8).

(1) Vandel (1934, p. 54), rappelle des cas de parthénogenèse chez quelques autres mermithides : *Mermis nigrescens* Dujardin, *M. subnigrescens* Cobb et certaines espèces parasites des fourmis.

Au laboratoire (température légèrement fluctuante avec, selon les saisons, une moyenne allant de 15 à 23°C, extrêmes de 10 et 28), la plupart des femelles sont mortes après avoir pondu presque sans interruption quelques milliers d'œufs (1 000 à 2 000 œufs) au cours d'une période pouvant comprendre 8 mois (tableau IV et *fig.* 9). Après une première ponte certains *Mermis*, fécondés assez tôt (9*d*), peuvent à nouveau donner des œufs au bout de plusieurs mois. Dans ce dernier cas, les vers s'étaient séparés après le premier accouplement, une nouvelle rencontre s'est produite 10 mois plus tard suivie d'une reprise de la ponte peu de temps après. Ainsi, *selon l'âge de la femelle au moment de la copulation, ou l'activité reproductrice se manifestera au cours de 2 périodes espacées d'un an, ou la mort surviendra après une ponte unique.* Dans la nature, les Nématodes se groupent peu après leur libération en pelotons composés souvent d'individus des deux sexes. La fécondation pourra se produire aussitôt la mue terminée et les femelles seront susceptibles de pondre deux années de suite (1).

Les œufs sont expulsés isolément, probablement à d'assez longs intervalles l'un de l'autre et à la cadence de 10 à 20 par jour, mais il ne nous a pas été possible de l'observer directement.

Peu avant de mourir, les Nématodes prennent souvent une teinte jaunâtre et quittent le sable pour se porter à la surface des dispositifs d'élevage. Ils meurent déroulés et en extension.

Parfois, par suite d'accident, une extrémité venue à l'air libre peut se dessécher pendant que le reste du ver manifeste encore une certaine activité ; cependant, l'animal ne tardera guère à mourir.

L'œuf. — L'œuf est discoïde avec le plus grand diamètre de 180 à 200 μ. Le type étudié par von Siebold mesurait 150 à 160 μ. L'incubation dure environ 3 semaines à une température moyenne de 16 à 18°. Il est aisé de suivre la segmentation grâce à la transparence des membranes. Nos observations confirment les descriptions de Meissner (1854) qui a donné de bons dessins représentant le développement de l'œuf de *H. albicans*. Christie (1936) a précisé la spécialisation des cellules au cours des premières divisions chez *A. decaudata*. Les figures 10 et 11 montrent les divers états depuis la segmentation jusqu'à la formation de la larvule par étirement d'une masse boudinée. La larvule s'enroule en laissant un vide central qui donne à l'œuf l'aspect d'une couronne. D'après Meissner la partie antérieure serait différenciée dès le premier tour de spire, beaucoup plus tôt que la région postérieure.

(1) D'après Vandel (1934), le cycle de l'*Hexamermis* parasite de *Ph. pallidula* serait annuel et il y aurait une seule ponte. Les œufs mesurent seulement 30 à 60 μ. Chez *Ag. decaudata* (Christie 1936) les larves parasites quittent leurs hôtes (orthoptères) à l'automne, font la mue au cours de l'été suivant, pondent une première fois et recommencent à donner des œufs un an plus tard avant de mourir à l'âge de 2 ans. Œufs de 2 calibres (120 et 160 μ). L'accouplement déclenche aussi la ponte des femelles (Christie 1929).

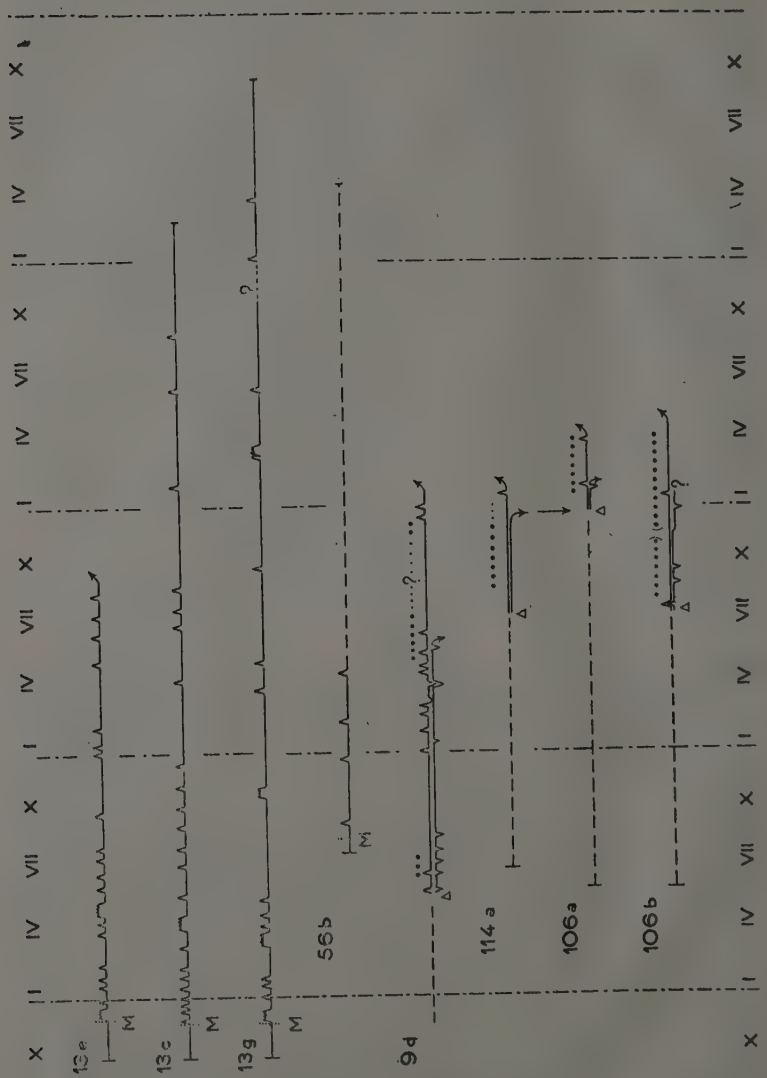


FIG. 9. — Vie souterraine libre post-parasitaire (diagramme).

TABLEAU IV

Aspects particuliers de la vie souterraine libre post-parasitaire chez quelques individus pris comme exemple (éléments mis en diagramme dans la figure 9).

Pour chaque individu, le trait commence à la sortie de l'hôte. Il est droit lorsque le Nématode resté enroulé (état sédentaire), les crochets correspondent aux périodes de déplacements étendus.

M : mue — Δ : mise en présence d'un mâle — ooo : œufs.

Lorsque le couple reste enlacé en un seul peloton, les lignes correspondant à chaque individu sont rapprochées, elles sont écartées lorsque les partenaires se sont séparés.

Les vers remontent souvent à la surface du sol pour mourir (flèche montante).

Les traits mixtes verticaux indiquent les années, divisées en mois.

Le même mâle a fécondé successivement les femelles 114a et 106a.

N°	Hôtes	Libération	Mue	Accouplemt	Ponte	Mort	Longévité
13c	*Acronycta leporina* L (larve)	8/10/1933	26/11/33	femelle maintenue isolée	néant	9/1935	2 ans
13 c	Même individu	— *idem* —	22/11/33	— *idem* —	— *idem* —	2/1937	3 1/2 ans
13g	Même individu	— *idem* —	28/11/33	— *idem* —	— *idem* —	9/1937	4 ans
56b	*Melasoma populi* L. (imago)	30/ 7/1938	22/ 8/38	— *idem* —	— *idem* —	4/1941	2 1/2 ans
9d	*Pteronidea salicis* L. (larve)	17/11/1932	?	25-28/5/33 10/3-9/4/34	25/6-25/7/33 18/5-12/12/34	1/1935	26 mois
114a	*Melasoma populi* L. (larve)	4/6/1937	?	20-25/7/38	29/8-10/12/38	1/1939	19 mois
106a	*Melasoma populi* L. (larve)	8/6/1937	?	16-20/12/38	18/1-10/4/39	4/1939	22 mois
106b	Même individu	— *idem* —	?	24-28/7/38	13/7-5/11/38 15/11/38 à 10/4/39	5/1939	23 mois

La larvule, migration d'infestation. — La larvule mesure de 2 800 à 3 500 μ pour un diamètre maximum de 18 à 23 μ. Elle est armée d'un stylet buccal formé d'une sorte de dent portée par un tube chitineux entourant la partie antérieure de l'œsophage. Le ganglion nerveux peri-œsophagien se trouve à 150 μ de l'extrémité antérieure et la portion distale de l'œsophage à 1 000 μ. Un pore dorsal est visible à 150 μ du pôle postérieur qui forme une queue légèrement recourbée (*fig.* 12).

La larvule peut vivre à l'état libre dans le sol plusieurs mois après sa sortie de l'œuf, mais, pour se développer, elle doit pénétrer dans le corps d'insectes aux dépens desquels elle se nourrira et parviendra à son complet développement.

Pour attaquer un hôte, il faudra l'atteindre sur les feuilles situées à l'extrémité des rameaux d'Osier. Pourtant, le Nématode, extrêmement sensible à la dessiccation, a toujours besoin d'une grande humidité et il ne peut pas rester exposé à l'air libre. *La migration d'infestation* peut se faire seulement au cours de journées brumeuses, quand l'eau ruisselle de toutes parts sur les plantes ; la larvule est alors capable de remonter sans danger le long des rameaux.

Von SIEBOLD (1854) a déjà exposé d'une façon très claire les difficultés de cette migration : « Konnte man sich nicht vorstellen, dass die Mermithenembryonen, wenn sie an der Erde keine passenden Thiere zum Einwandern vorfinden, an den Stämmen und Aesten der Sträucher und Bäume hinaufkriechen bis zu einer Stelle, wo sich junge

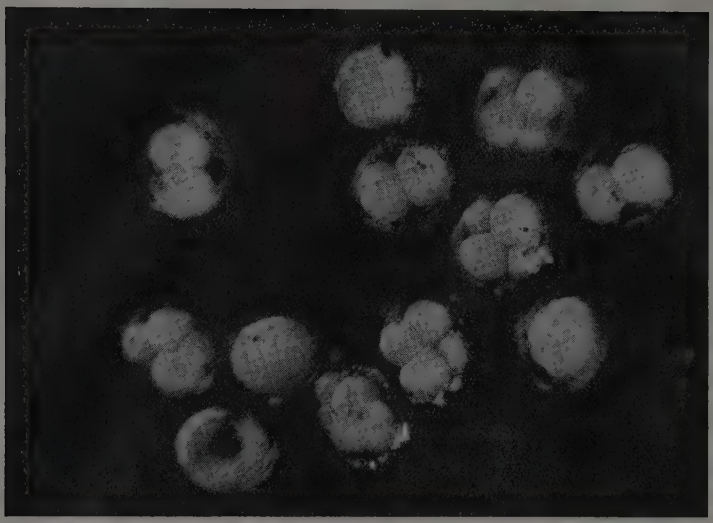


FIG. 10. — Segmentation de l'œuf (× 75). *Ramadier phot.*

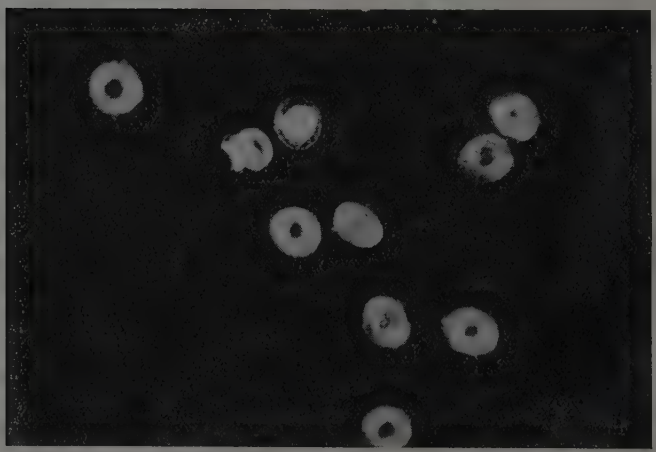


FIG. 11. — Formation de la larvule (× 40). *Ramadier phot.*

Insectenlarven eingenistet. Im Frühlinge ist zu gewissen Zeiten, Stunden und Tage lang die ganze Oberfläche an Bäumen und Sträuchen mit einem feuchten Duft beschlagen, der jenen zarten und kleinen Würmchen gewiss ein passendes und hinreichendes Medium ist, welches ihr Fortkriechen unterstützt und sie während ihrer Reise vor dem Vertrocknen schütz » pg. 203-204.

Infestation expérimentale. — Von Siebold (1854) a réussi à contaminer de jeunes chenilles (*Hyponomeuta cognatella* Hb., *Aporia crataegi* L., *Euproctis chrysorhea* L. et *Malacosoma neustria* L.), avec des larvules de *H. albicans* obtenues d'élevages, en les posant sur de la terre contenant des œufs éclos.

Nous avons obtenu la contamination de larves de Doryphores (*Leptinotarsa decemlineata* Say) de différents âges et élevées au laboratoire en transportant les larvules sur une goutte d'eau placée sur le corps de l'insecte :

1. Le 20/1/1939, larve du troisième âge infestée avec 3 larvules. L'hôte meurt le 2 février au milieu du 4e âge après avoir dépéri pendant quelques jours. Il contenait 2 *Hexamermis* respectivement de 40 et 37 mm.

2. Le 2/2/1939, larve terminant la mue III, à téguments encore tendres et n'ayant pas encore pris leur pigmentation définitive. Une goutte d'eau est placée sur le dos du Doryphore. Une première larvule (ex. femelle 106b) pénètre rapidement au bas d'un lobe formé par la première tache stigmatique abdominale. Une seconde, après 15 mn d'agitation, disparaît à son tour entièrement au niveau de la suture, entre les tâches pleurales des 2e et 3e segments abdominaux. La larvule infestée meurt le 11/2. Nous retrouvons dans son corps un seul *Mermis* de 63 μ d'épaisseur.

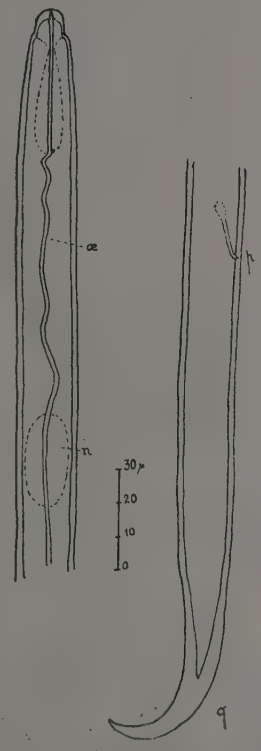


Fig. 12.
Larvule *n* : ganglion nerveux péri-œsophagien
p : pore dorsal — *q* : queue.

3. Le 3/2/1939, larve terminant la mue II, non encore pigmentée, contaminée avec 2 *Mermis*. L'hôte fait normalement la mue III le 8/2, mais meurt pendant la prénymphose le 17/2. Il contient 1 ver de 90 mm de long.

4. Le 21/3/1939, larve avec 2 *Mermis*. Elle meurt 2 jours après. Elle renferme une larvule de même taille qu'au moment de la pénétration.

Toutes les larves parasites ainsi trouvées présentent un petit appendice effilé de 60 à 70 μ de longueur à leur extrémité postérieure, tout comme les larves qui viennent de se libérer de l'hôte habituel. Cet organite correspond à la *queue de la larvule*. Celle-ci ne s'est pas modifiée alors que la partie voisine a augmenté très vite de diamètre comme tout le reste du ver (*fig.* 13). La présence de ce mucron a donc une grande signification biologique, elle confirme que la *larvule pénètre entièrement dans l'hôte* et que *sa croissance s'effectue sans mue* (1).

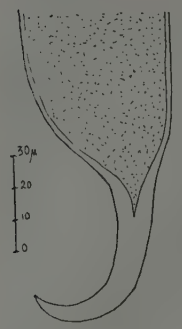


FIG. 13. — Extrémité postérieure d'une larve parasite trouvée dans une larve de doryphore 9 jours après l'infestation expérimentale.
q : queue.

Cet *Hexamermis* est bien capable d'entrer à l'intérieur des larves de Doryphore et de s'y développer quelque temps. Cependant, par suite de la mort prématurée de l'hôte, il n'a pas la possibilité de terminer sa croissance. La même espèce peut au contraire faire aboutir son cycle évolutif aux dépens des insectes défoliateurs de l'Osier pour lesquels elle paraît bien adaptée. Dans la même localité de Cérons, des Chenilles de *Vanessa* étaient indemnes. Elles vivaient pourtant sur des Orties (*Urtica dioica* L.) dont les feuilles se mêlaient à des rameaux de *S. fragilis* nourrissant des larves parasitées de *M. populi*. Les Chenilles du nymphalide ne sont sans doute pas réceptives à ce Nématode, à moins que la pilosité ou la causticité de la plante urticante fassent obstacle à la migration des larvules.

IV. — Considérations générales et conclusions.

Les oseraies de la Garonne à Cérons (Gironde) constituent un foyer permanent de pullulations de l'*Hexamermis* (il s'y mêle parfois des genres différents qui peuvent cohabiter dans le même hôte). Nous avons rencontré le Nématode pendant 8 années consécutives à presque toutes les époques et sur tous les insectes vivant aux dépens du feuillage de *Salix fragilis* (tableau 1).

Le sol renferme toujours des *Mermis* à tous les stades. Les vers libérés en mai parviennent à l'état adulte pendant le mois de juin, ils peuvent pondre dès juillet, certaines de leurs larvules seront susceptibles d'infester les insectes dès l'automne de la même année, mais d'autres attendront le printemps prochain. Les parasites quittant l'hôte avant l'hiver auront l'année suivante une descendance qui se mêlera aux larvules précédentes et à celles provenant des pontes de deuxième année.

Malgré sa prolificité, divers facteurs contribuent à limiter l'action du Nématode. Tout d'abord l'infestation peut se réaliser seulement à

(1) Chez *Agamermis* au contraire, au moment de l'infestation, la larvule se brise en un point déterminé à l'avance et une petite partie seulement du Nématode (1/6 environ) fait son entrée dans l'hôte, le reste du corps est abandonné à l'extérieur (CHRISTIE 1936).

la faveur de conditions d'humidité très particulières, et une mortalité élevée doit frapper les larvules en cours de migration. Le ver est à nouveau très vulnérable au moment de sa libération. Enfin, les contaminations massives susceptibles de se produire naturellement conduisent à la présence de plusieurs individus dans le même hote. Ce superparasitisme favorise, comme nous l'avons vu, la formation des mâles, il entraîne donc une diminution de la puissance de multiplication de la

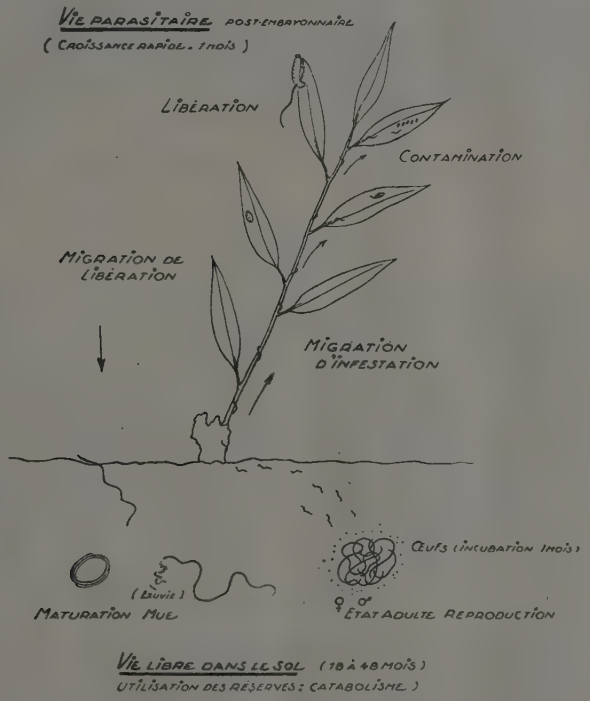


Fig. 14. — Cycle général évolutif de l'*Hexamermis*.

population. Là, comme ailleurs, le surpeuplement s'avère néfaste. Ces observations permettent d'expliquer les variations constatées au cours des saisons et au cours des années dans le pourcentage de parasitisme.

Toutes ces conditions réduisent les possibilités d'utilisation pratique du Nématode comme agent auxiliaire dans la lutte à mener contre les insectes nuisibles à l'Osier, en particulier la fragilité des larvules ne permet guère leur manipulation.

Le cycle évolutif de l'*Hexamermis* est caractérisé par une phase de croissance post-embryonnaire extrêmement rapide ; en quelques semaines la larvule minuscule a atteint une taille définitive pouvant présenter un volume 1 300 à 50 000 fois supérieur. L'adulte utilise ensuite ses réserves au cours d'une vie libre souterraine dont la durée

peut varier de 1 à 4 ans, c'est-à-dire être 15 à 60 fois plus longue. Sans se nourrir, il est alors capable de donner quelques milliers d'œufs pourvus d'un vitellus assez riche pour entretenir le nouveau-né pendant sa première migration car, si le développement embryonnaire ne dépasse guère 1 mois, la période d'attente des larvules peut durer un an (*fig.* 14).

Autrement dit, l'existence de ces animalcules comporte d'abord une courte période (vie larvaire parasitaire) douée d'une activité physiologique intense entièrement consacrée à l'édification des réserves (anabolisme). Celle-ci est suivie d'une très longue phase (vie adulte libre) strictement catabolique. Ces Nématodes ne présentent pas, comme chez la plupart des êtres vivants, une position intermédiaire d'équilibre entre les réactions organiques de destruction et de synthèse et dont la durée, plus ou moins longue, sépare ordinairement l'état de jeunesse de la senescence.

(*Reçu le* 12 *octobre* 1949).

BIBLIOGRAPHIE

1928. Caullery (M.) et Comas (M.). — Le déterminisme du sexe chez un Nématode *(Paramermis contorta)*, parasite des larves de chironomes. *C.R. Acad. Sc.*, 186, p. 646-648.

1929. Christie (J.R.). — Some observations on sex in the Mermithidae. *Journ. Expt. Zool.* 53, p. 59-76.

1936. Christie (J.R.). — Life history of *Agamermis decaudata*, a nematode parasite of grasshoppers and other insects. *Journ. Agric. Res.*, vol. 52, p. 161-198.

1923. Cobb (N.A.), Steiner (G.) et Christie (J.R.). — *Agamermis decaudata*, a nema parasitic of Grasshoppers and other insects. *Journ. Agric. Res.* 23, p. 921-926.

1927. Comas (M.). — Sur le mode de pénétration de *Paramermis contorta* v. Linst. dans la larve de *Chironomus rhummi* Kief. *Compt. Rend. Soc. Biol.* Paris, 96. p. 673-675.

1927. Comas (M.). — Sur l'intersexualité de *Paramermis contorta*. *Bull. Biol. France-Belgique.* 61, p. 187-190.

1929. Comas (M.). — Contribucion al conocimento del determinismo del sexo en *Para mermis contorta* v. Linst. *Memor. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* XV.

1937. Couturier (A.). — Sur un Nématode parasite d'insectes. *Rev. Zool. Agric.* t. 35, p. 160.

1950. Couturier (A.). — Observations préliminaires sur la biologie d'un nématode (*Mermithidae*) parasite de la larve du Hanneton commun *(Melolontha melolontha* L.) 8e *Congrès Intern. Entom.* Stockholm. 1948 (*sous presse*).

1948. Devantoy (J.). — Les prédateurs et les parasites de la chrysomèle du Peuplier. *Feuille Jeune Natur. nouv. sér.*, t. III, p. 85-89.

1941. Filipjev (I.N.) et Schunrmans Stekhoven Je. (J.H.). — A Manual of agricultural Helminthology. 878 p. Leiden.

1912. Hagmeier (Art.). — Beiträge zur Kenntnis der Mermithiden. *Zool. Jb. Abt. Syst.* 32, p. 521-612.

1905. Kohn (F.G.). — Einiges über *Paramermis contorta* v. Linst. *Arb. Zool. Inst. Wien.*, vol. 15, Heft 3, p. 213-256.

1899. Von Linstow (O.). — Das Genus *Mermis*. *Arch. mikrosk. Anat.* 53.

1854. Meissner (G.). — Beiträge zur Anatomie und Physiologie von *Mermis albicans* *Ztsch. Wiss. Zool.* 5, p. 207-284.

1932. Müller (G.W.). — Uber Mermithiden. *Ztschr. Morph. Oekol. Tiere.* 24, p. 85-90.

1906. Rauther (M.). — Beiträge zur Kenntnis von *Mermis albicans*. *Zool. Jb. Abt. Anat.* 23, p. 1-76.

1854. Von Siebold. — Beiträge zur Naturgeschichte der Mermithen. *Ztschr. Wiss. Zool.* 5, p. 201-206.

1923. Steiner (G.). — Intersexes in Nematodes. *Journ. of Heredity.* Washington. Vol. 14, p. 147-158.

1924. Steiner (G.). — Beiträge zur Kenntnis der Mermithiden. *Zentralb. Bakt. Parasitenkunde* Abt. 2, 62.

1927. Vandel (A.) — Modifications déterminées par un Nématode du genre *Mermis* chez les ouvrières et les soldats de la Fourmi *Pheidole pallidula* Nyl. *Bull. Biol.* Paris, 61, p. 38-47.

1930. Vandel (A.). — La production d'intercastes chez la Fourmi *Pheidola pallidula*, sous l'action de parasites du genre *Mermis*. I. Etude morphologique des individus parasités. *Bull. Biol. France-Belgique*, 64, p. 457-494.

1931. Vandel (A.). — La parthénogenèse, Paris.

1932. Vandel (A.). — Le sexe des parasites dépend-il du nombre d'individus renfermés dans le même hôte. *Soc. Entom. France. Livre du Centenaire*, Paris, p. 245-252.

1934. Vandel (A.). — Le cycle évolutif d'*Hexamermis sp.* parasite de la Fourmi *Pheidola pallidula*. *Ann. Sc. Nat.* 17, p. 47-58.

1933. Rapport sommaire sur les travaux accomplis dans les stations et laboratoires de Recherches agronomiques en 1932. *Ann. Epiphyt.*, t. 19, p. 24.

1936. *Ibidem*, en 1934 et 1935. *Ann. Epiphyt. et Phytogénét.*, n.s., t. 2, p. 413.

1938. *Ibidem*, en 1937. *Ann. Epiphyt. et Phytogénét.*, t. 4, p. 76.

LA DISSÉMINATION DU VIRUS X (*MARMOR DUBIUM* (ORTON) HOLMES) DANS LES CULTURES DE POMMES DE TERRE

ÉTUDE SUR LE RÔLE DU SECTIONNEMENT DES TUBERCULES

PAR

Mlle H. AUGIER de MONTGRÉMIER

Assistante à la station Centrale de Pathologie végétale.

SOMMAIRE

I. — Introduction.

II. — La transmission du virus X dans la nature.

III. — Essais réalisés à Versailles en 1947 et 1948.

IV. — Conclusion.

I. — Introduction.

Il a été démontré, grâce aux travaux de LOUGHNANE et MURPHY (1936-37), que le virus X de la Pomme de terre se transmettait mécaniquement dans les champs par contact entre le feuillage des plantes saines et malades. La possibilité d'une transmission par les insectes est généralement écartée. Par contre, il est possible que certains facteurs secondaires de transmission mécanique puissent jouer un rôle non négligeable. Parmi ces derniers, nous avons été amenés à envisager le rôle du sectionnement des tubercules de semence. *A priori* il est en effet permis de supposer qu'un couteau ayant sectionné un tubercule infecté serait peut-être capable de transmettre le virus à un certain nombre de tubercules sains.

Nos essais ont été réalisés en 1947 et 1948. Des travaux sur la même question ont été publiés à ce moment même aux Etats-Unis (MAI 1947) et en Angleterre (BAWDEN 1948). Leurs conclusions seront résumées au paragraphe suivant. Le problème étudié était d'autant plus utile à

résoudre, que l'importance économique du virus X n'a cessé de croître depuis quelques décades. D'introduction vraisemblablement récente en Europe, ainsi que l'a suggéré d'une façon très élégante Van der Planck (1949), ce virus a trouvé immédiatement les conditions les plus favorables à son expansion. Il a suffi d'une vingtaine d'années, de 1910 à 1930, pour que la variété anglaise « Up to Date », soit totalement atteinte. En effet, nos méthodes de culture actuelles, de même que l'usage d'un petit nombre de variétés répandues dans des aires géographiques très vastes, ont favorisé le développement du virus X. Par contre, les méthodes de sélection sanitaire, fort efficaces contre le virus de l'enroulement et le virus Y, se sont révélées impuissantes à enrayer son avance.

Certaines souches de virus X produisent des symptômes extrêmement légers chez la Pomme de terre ; on a pu démontrer cependant que leur incidence sur le rendement, loin d'être négligeable dépassait généralement 10 p. cent.

Des essais systématiques ont été réalisés en Ecosse et en Australie. Scott (1941) en Ecosse a obtenu avec la variété Majestic, présentant une mosaïque légère, une baisse de rendement de 13 p. cent. Bald (1943) en Australie a comparé le rendement d'un lot de « Up to Date » infecté par une souche de très faible virulence à un lot indemne de virus. La diminution de rendement était de 12 p. cent. Clinch et Mc Kay (1947) ont obtenu un résultat inverse, c'est-à-dire une augmentation de rendement avec la même variété. En réalité, ce résultat est plus apparent que réel. Bald a insisté sur le fait qu'en Australie, le virus X n'a aucune influence sur la récolte avant que la formation des tubercules ne soit bien avancée, et les résultats de Clinch et de Mc Kay ont été obtenus avec des Pommes de terre tuées prématurément par le Mildiou au mois d'août.

II. — La transmission du virus X dans la nature.

Il nous paraît indispensable avant d'exposer les résultats de nos essais, de donner une brève mise au point des connaissances actuelles relatives à la transmission du virus X.

Loughnane et Murphy (1936-37) ont démontré les premiers, que le virus X était transmissible par contact du feuillage des plantes saines et malades agitées par le vent. Ils ont pu reproduire le phénomène en serre. Un courant d'air provoqué par un ventilateur soumettait à une agitation perpétuelle les feuilles des plantes saines et malades en contact les unes avec les autres. Des transmissions ont pu être effectivement observées dans ces conditions. Par contre, en plein air, ces mêmes auteurs ont pu empêcher la transmission du virus en interposant des écrans entre les plantes saines et malades de façon à éviter tout contact entre leurs feuilles. L'écartement restait normal, de sorte que les contacts entre racines n'étaient pas modifiés. Loughnane et Murphy ont saisi l'importance primordiale de la transmission par contact de feuilles, qu'ils avaient mise en évidence. Celle-ci est considérée à l'heure

actuelle comme le facteur essentiel, sinon unique, de transmission de ce virus.

L'expansion du virus X à partir des foyers infectieux, par le contact du feuillage, est lente. D'après les données publiées, il y aurait une augmentation annuelle de 11 à 13 p. cent du nombre des plantes infectées l'année précédente. Cette progression lente du virus ne suggère pas l'idée d'une transmission par les insectes. Cependant on ne saurait nier absolument cette dernière, car il est possible que la faune du sol intervienne dans l'inoculation des plantes dont les racines sont en contact.

L'expansion du virus X dans le sol par le contact des racines, n a jamais été démontrée de façon satisfaisante chez la Pomme de terre. Les résultats sont plus nets dans le cas de la Tomate.

C'est à la suite d'une observation faite à Rothamsted en 1946, que Mlle Roberts a étudié cette question. Elle avait remarqué que si le feuillage des plantes adjacentes aux foyers infectieux ne donnait pas de réaction positive lorsqu'on l'éprouvait en fin de saison, par contre les tubercules récoltés à partir de ces plantes, n'étaient pas toujours indemnes. Un certain nombre était infecté.

Ce phénomène pouvait s'expliquer de deux façons différentes : on pouvait supposer en effet soit que, la contamination ayant été tardive, le virus était passé rapidement dans les tubercules, entraîné par le courant descendant de la sève élaborée avant d'avoir eu le loisir de se répandre dans les organes aériens, soit que la contamination s'était produite dans le sol.

Essayant de défendre cette deuxième hypothèse, Mlle Roberts a réalisé des essais en serre ; ils n'ont donné de résultats satisfaisants que chez la Tomate. Dans le cas de la Pomme de terre, elle n'a observé qu'un seul exemple de transmission, ce qui est évidemment bien peu. La Tomate est beaucoup plus sensible au virus X que la Pomme de terre, ce qui explique cette différence de comportement. Il n'est pas nécessaire d'utiliser un inoculum aussi riche pour inoculer une Tomate qu'une Pomme de terre.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, le rôle du sectionnement des tubercules, avec un couteau infectieux, a été l'objet des recherches de Mai aux Etats-Unis en 1947. Cet auteur a obtenu un pourcentage moyen de transmission de 9,3 p. cent, ce qui est appréciable. Il a effectué ses essais en serre. Deux lots de tubercules étaient utilisés comme source de virus X : l'un était infecté par une souche faible, et l'autre par une souche virulente. Des tubercules germés des variétés sensibles « Katadhin », « Sebago » et « Chippewa » ont été sectionnés en quatre parties avec un couteau stérile. Les fragments étaient inoculés par deux méthodes. Dans la première on s'arrangeait pour que le couteau contaminé vienne sectionner un germe. Dans la deuxième, on évitait les germes.

Chaque fragment non inoculé était conservé comme témoin. Tous les fragments étaient plantés séparément dans des pots pour éviter le contact du feuillage et des racines. Dix semaines après la plantation, le feuillage de chaque plante était éprouvé par inoculation au *Datura Stramonium*. Dans ces conditions, le pourcentage moyen de transmission était de 9,3 p. cent en groupant les variétés et les deux méthodes

d'inoculation ; il était plus élevé avec la souche virulente (17,75 p. cent) qu'avec la souche faible (1,05 p. cent). La question du sectionnement des germes, favorisant l'inoculation n'a pas été résolue car les résultats numériques sont contradictoires.

Bawden, qui a étudié la même question en 1948, est beaucoup moins affirmatif que Mai. Sans nier complètement la transmission du virus par le sectionnement des tubercules, il pense qu'elle est rare. Cependant, ses premiers essais ont été entièrement négatifs. Selon lui, il semble probable que le seul danger de contamination apparaisse lorsqu'on sectionne d'abord un germe d'un tubercule infecté, et ensuite un germe d'un tubercule sain. Ceci paraît dû au fait que le virus est surtout concentré au voisinage des germes. De plus, le parenchyme résisterait à l'inoculation. Dans un essai Bawden a frictionné 17 sections fraîchement coupées de tubercules de « Doon Star » et « Arran Banner » avec un jus de Tabac virulent. Tous les fragments plantés ont donné des plantes saines. Par contre, des germes frictionnés avec un inoculum ont été infectés.

III. — Essais réalisés à Versailles en 1947 et 1948.

Essai préliminaire effectué en 1947 : a) *Organisation de l'essai.* — Les essais ont été réalisés en plein air. Des tubercules d'« Arran Banner » et de « Royal Kidney » servaient de source de virus X. Les variétés « Bintje », « Beauvais » et « Flava » étaient utilisées pour les essais de sectionnement. On prenait 45 tubercules (classe Elite) de chaque variété et on les coupait en deux avec un couteau stérile. Une moitié était conservée comme témoin. L'autre moitié était sectionnée à nouveau avec un couteau infectieux en évitant les germes (1). Le couteau était contaminé soit en sectionnant un tubercule infecté, soit en le plongeant dans un jus de Tabac virulent. L'inoculum était épuisé en sectionnant 5 tubercules, et on rechargeait ensuite le couteau.

L'ensemble de l'essai est résumé dans le tableau suivant :

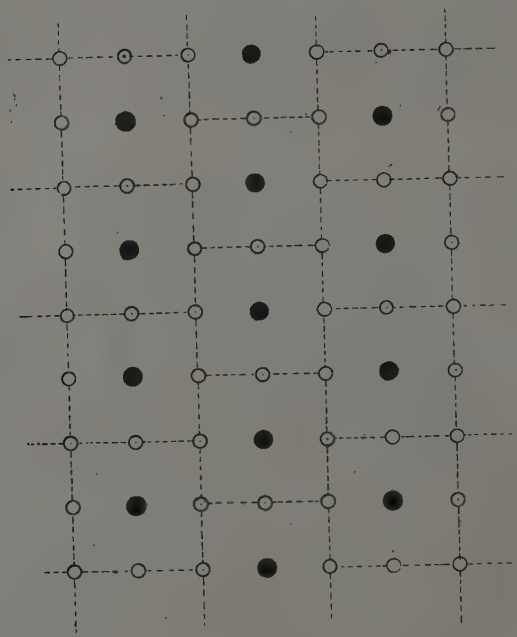
	Essai I Inoculum : jus de tubercule de Pomme de terre		Essai II Inoculum : jus de Tabac
	Virus X d'Arran Banner	Virus X de Royal Kidney	Virus X de Bintje
Bintje	10 tubercules	15 tubercules	20 tubercules
Beauvais	10 —	15 —	
Flava	10 —	15 —	20 —

Tous les fragments de tubercules, y compris les portions témoins étaient plantés, quelques jours après leur préparation (le 5 mai) dans un terrain. Ils étaient disposés en quinconce et à un écartement de 0 m 80, de façon à pouvoir intercaler entre eux des Perillas de Nankin

(1) Le tubercule étant coupé stérilement, de façon à réserver une moitié témoin, une mince rondelle était détachée avec le couteau contaminé à quelques millimètres de la section stérile.

(*Perilla nankinensis* Desne) destinés à servir de plantes écran empêchant le contact du feuillage et des racines. Les Perillas étaient plantés en pleine terre au moment de la levée des Pommes de terre. Ils étaient distants les uns des autres de 0 m 40, et dessinaient un grand damier (Plan I). Le terrain était divisé en 2 parcelles : la première était réservée aux fragments inoculés, et la deuxième aux témoins. On a également planté dans un sillon les tubercules de « Royal Kidney » et d'« Arran Banner » qui avaient servi de source de virus X.

Plan I



○ Plante intercalaire
● Pied de Pomme de terre

b) *Technique d'étude.* — Nous avons noté les symptômes sur le feuillage des Pommes de terre, vers le 19 juin, avant que des contaminations accidentelles par Pucerons ne se produisent, et également au début du mois de juillet. Nous avons rarement observé des mosaïques. L'état sanitaire des témoins était bon.

Parallèlement à ces observations, et aux mêmes dates, nous avons fait des épreuves sérologiques en série, mettant à profit la micro-

méthode sérologique qui venait d'être mise au point au Laboratoire suivant la technique de JERMOLJEV et HRUSKA (1). Nous avons prélevé le 19 juin une feuille située à un niveau moyen, sur chaque pied de Pomme de terre. Dans notre première série de microséroréactions, où seule la réaction du virus X nous intéressait, nous avons extrait le jus des feuilles après les avoir congelées, ce qui insolubilisait une partie des éléments du suc cellulaire et favorisait la clarification. Les jus extraits étaient congelés à nouveau, avant d'être centrifugés. Une ou deux centrifugations de 10 min. environ suffisaient pour clarifier les jus.

Au mois de juillet où nous avons voulu nous rendre compte si l'aspect douteux de certaines plantes n'était pas dû à la présence du virus Y, nous avons extrait des jus à partir de feuilles fraîches. Ils étaient soumis aussitôt à deux centrifugations successives de 10 à 12 min. avec décantation entre les deux. Le sérum utilisé pour les réactions avait été préparé à partir de Tabacs. La diagnose étant faite sur des jus de Pommes de terre, plante d'espèce différente de celle qui avait servi à préparer le lapin, l'action des antigènes normaux de la Pomme de terre était pratiquement nulle. On examinait toujours la limpidité des jus avant d'apprécier la floculation avec l'immunserum. En raison de la température élevée du Laboratoire, les préparations étaient faites par petits nombres (6 à 8) et examinées immédiatement, sauf dans le cas du virus Y, où une incubation de 15 min. est toujours nécessaire. Entre temps, les jus non encore utilisés, séjournaient à la glacière. On évitait ainsi la formation d'un coagulum non spécifique.

c) *Résultats.* — Nous avons vérifié que le feuillage des pieds d'« Arran Banner » et de « Royal Kidney » qui nous avait servi de source de virus, donnait bien une réaction sérologique positive avec un sérum anti X. La mosaïque d'« Arran Banner » était très légère et cependant les extraits de feuilles ont donné une floculation abondante en présence de l'immunsérum. La réaction était visible sur fond noir sous forme d'un grand réseau floconneux blanc. Par contre, la mosaïque de « Royal Kidney » n'a donné qu'une réaction de floculation très faible à peine perceptible.

Dans la première série de microséroréactions, faite au mois de juin, nous avons obtenu 10 réactions positives, sur 115 observées. Cinq seulement correspondaient à une transmission réelle car pour les autres, la plante témoin donnait également une réaction positive.

Notre deuxième série de réactions sérologiques, n'a pas augmenté le nombre des réactions positives. Cinq mosaïques, dont l'extériorisation débutait à ce moment, étaient dues à la présence du virus Y. Nous avons utilisé pour ces diagnoses un sérum anti Y bivalent (légèrement anti X). Mais la réaction négative avec le sérum anti X observée, garantit l'exactitude de nos conclusions.

En résumé, il y a eu cinq cas de transmission par sectionnement, deux correspondant aux 75 tubercules inoculés avec un jus de Pomme de terre, soit un pourcentage de 2,66 p. cent, et trois correspondant aux 40 tubercules inoculés avec un jus de Tabac.

Ce pourcentage de transmission presque négligeable nous a incité à penser que la faible quantité de virus fournie par l'inoculum était

(1) Voir description de la méthode : *Annales des Epiphyties*, t. XIII, mém. n° 6, 1947.

peut-être restée au niveau de l'appareil souterrain, sans se généraliser dans le feuillage la première année et qu'il serait utile de replanter en serre la récolte de chaque pied pour s'assurer de son état sanitaire. En effet l'expansion du virus dans la plante peut être contrariée par le courant descendant des substances élaborées dans les feuilles.

Nous avons replanté en serre, au mois de février 1948, un tubercule de chaque pied inoculé et de son témoin. Des inoculations au *Datura Stramonium* et au *Capsicum annuum* ont été faites en parallèle avec les épreuves sérologiques. Mais cet essai n'a pas été significatif, car il y a eu des contaminations accidentelles par le virus X dans les témoins, et nous n'avons pas pu tirer de conclusions à ce sujet, cette année-là.

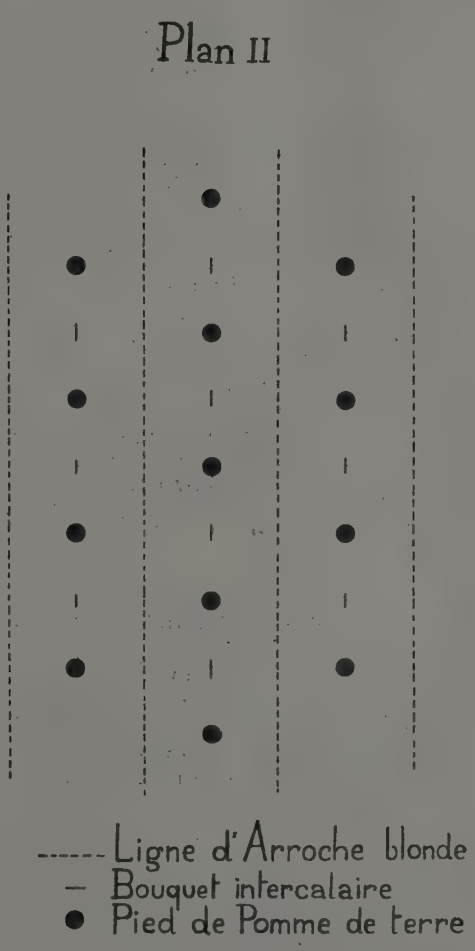
Essai complémentaire effectué en 1948 : a) *Organisation de l'essai.* — Contrairement à ce qui avait été fait l'année précédente, et pour augmenter les chances de contamination, l'inoculum fourni par le tubercule infecté n'était plus transmis par le couteau à des séries de 5 tubercules, mais à un seul tubercule, comme dans les essais de Mai. Nous avons utilisé uniquement la variété « Bintje » pour l'inoculation par sectionnement et des tubercules de « Doon Star » et d'« Arran Banner » comme source de virus X. Nous nous étions assurés au préalable que ces tubercules étaient bien infectés par des épreuves sérologiques sur les extraits de germes. Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur ces épreuves de germes. Cent tubercules de « Bintje » ont été sectionnés en deux avec un couteau stérile. Toujours en évitant les germes, une moitié était sectionnée à nouveau avec le couteau infectant ; 50 ont été inoculées avec le virus X d'« Arran Banner », et 50 avec le virus X de « Doon Star ». Tous les fragments ont été plantés le 20 avril en plein air. Nous avons utilisé une nouvelle plante intercalaire, l'arroche blonde (*Atriplex hortensis* L.). Elle a été semée en place quelque temps avant la plantation des Pommes de terre, suivant des lignes continues et en bouquets intercalaires (Plan II).

b) *Technique d'étude.* — Le 25 juin, nous n'avons noté que très peu de symptômes dans nos plantations, dont l'état sanitaire était très satisfaisant. Les épreuves sérologiques ont été faites au début du mois de juillet. Nous avons prélevé cette fois, non pas une feuille correspondant à une pousse, mais une ou deux folioles de chaque pousse de façon à extraire un jus mixte. Il est en effet possible que certaines pousses soient indemnes de virus. Le même jus était également inoculé à un Tabac, et à un Datura Stramonium.

c) *Résultats.* — Deux réactions positives seulement ont été observées sur 100 microséroréactions. Le pourcentage de transmission était de 2 p. cent. Les détections par inoculations de Tabacs et de Datura ont fourni les mêmes résultats que les microséroréactions, ce qui montre que la méthode sérologique était suffisamment sensible pour ce genre d'étude.

d) *Contrôle de l'état sanitaire de la récolte.* — Nous avons conservé un tubercule de la récolte de chaque pied de Pomme de terre, pour faire des épreuves sérologiques sur les extraits de germes pendant l'hiver.

Pour les réaliser, il a fallu attendre que les germes soient suffisamment développés et que leur concentration en virus ait atteint un certain seuil décelable par la méthode sérologique. En laissant séjourner les tubercules dans une pièce obscure, et à température convenable, l'élon-



gation des germes était plus rapide et ils s'étiolaient. Leurs jus étaient beaucoup plus aqueux et plus faciles à clarifier.

Nous avons commencé nos épreuves le 27 janvier. Elles sont d'ailleurs toutes restées négatives, sauf celles correspondant aux pieds infectés l'année précédente. Les germes des tubercules d'« Arran Banner » et de « Doon Star » donnaient des réactions de floculation comparables en intensité à celles fournies par le feuillage.

Les mêmes tubercules plantés en serre au mois de mars, dans des pots séparés, ont donné des plantes indemnes de virus X.

Au mois d'avril, quelques plantes ont extériorisé des mosaïques, mais celles-ci étaient dues à des contaminations tardives du virus Y apparues l'année précédente. Toutes les réactions anti X sont restées négatives.

IV. — Conclusion.

En conclusion, il nous semble raisonnable d'admettre que la transmission du virus X par sectionnement des tubercules est certainement très rare, ainsi que nous l'avons observé, et ne joue pas un rôle important dans l'expansion du virus dans les cultures de Pommes de terre. Le maintien des souches faibles, qui échappent au contrôle sanitaire, dans les semences, et la transmission mécanique du virus par le contact du feuillage, restent les éléments primordiaux de sa dissémination.

Il semble que nos résultats prennent une position intermédiaire entre ceux de Mai et de Bawden. Nous avons obtenu en effet un pourcentage de transmission de 2 à 2,6 p. cent bien inférieur à celui de Mai. Ce résultat a cependant été obtenu avec les souches de virus X d'« Arran Banner » et de « Doon Star », que nous considérons comme très virulentes. Le rôle du sectionnement des germes n'avait pas été envisagé dans cette étude, et les résultats de Bawden à ce sujet méritent d'être pris en considération sérieuse.

(*Reçu le* 31 *octobre* 1949).

BIBLIOGRAPHIE

Bawden (F.C.), Kassanis (B.) et Roberts (F.M.). — Studies on the importance and control of potato virus X (*The Annals of Applied Biology*, vol. 35, nº 2, p. 250-265, juin 1948).

Booij (H.L.). — Une difficulté de la méthode sérologique des virus des plantes. La floculation spontanée. (*Bull. Soc. Chim. Biol.*, t. XXIX, 1-3, p. 257-258, Paris 1947).

Clinch (P.E.M.) et Mc Kay (R.). — Effect of mild strains of virus X on the yield of Up to date potato (*Sc. Proceed of the Roy. Dublin Soc.*, vol. 24, nº 21, p. 189-198, mai 1947).

Cockerham (G.). — The reactions of potato varieties to virus X, A, B and C. (*Ann. Appl. Biol.*, 30, p. 338, 1943).

Jermoljev et Hruska. — Serologische methode zur Feststellung der Kartoffelvirus Krankheiten (*Der Kartoffelba*, nº 11, 23e an., p. 125, 1939).

Jermoljev et Hruska. — Serologicka Metoda ur covani virovych chorob ce Bramboru (1947).

Johnson (J.). — Transmission of virus from apparently healthy potatoes. (*Agric. Exp. Sta. Univ. Wisconsin, Madison, Res. Bull.*, 63, 1925).

Lihnell (D.). — Virussmittan vid Klyvning av Sättpotatis (*Växts Kyddsnotiser, Växtskyddsanst, Stockh.*, 2, p. 17-21, 1947).

Limasset (P.). — Sur quelques mosaïques chroniques de la Pomme de terre (*Annales des Épiphytie*, t. XI, fasc. 1 et 2, 1945).

Limasset (P.) et Augier de Montgremier (H.). — La microméthode sérologique pour l'étude des virôses végétales (*Annales des Epiphytie*, t. XIII, mém. nº 6, 1947).

Loughnane (J.B.) et Murphy (P.A.). — Mode of dissemination of potato virus X (*Nature*, London, vol. 141, p. 120, january 15, 1938).

LOUGHNANE (J.B.) et MURPHY (P.A.). — Dissemination of potato viruses X and F by leaf contact (*Sc. Proc. R. Dublin*, Soc. N. S. XXII, f. 1-5, p. 1-15, 1 diag. 1938).

MAI (W.F.). — Virus X in the newer potato varieties and the transmission of this virus by the cutting knife (*Amer. Potato J.*, XXIV, 10, p. 341-351, 1947).

ROBERTS (F.M.). — Underground spread of potato virus X (*Nature*, London, CLVIII, 4.019, p. 663, 1946).

ROLAND (G.). — Sur une microméthode sérologique pour l'étude des viroses végétales (*Parasitica*, I, p. 106-112, 1945).

SALAMAN (R.N.). — The potato virus X : its strains and reactions (*Philos. Trans. Roy. Soc. ser. B*, CCXXIX, 559, p. 137-217, 8 pl., 2 fig., 5 diagr., 2 graph., 1938).

SALAMAN (R.N.). — Some notes of the history of Curl (*Tijds over Planterzick*, 55, p. 118-127, 1949).

SMITH (K.M.) et MARKHAM ROY. — Importance of potato virus X in the growing of potatoes (*Nature*, vol. 155, p. 38, janvier 13, 1945).

STAPP (C.). — Die serologische Virusdiagnose und ihre Bedeutung für den Kartofellbau (*Mitteil., Biol. Reich- für Land und Fort.*, 67, p. 6-30, 1943).

VAN DER PLANCK (J.E.). — Some suggestions on the history of potato virus X (*J. Linn. Soc.* Lond., vol. LIII, nº 352, p. 251-262, 1949).

SUR UN NÉMATODE DU GROUPE DES *PARASITYLENCHUS DISPAR* FUCHS PARASITE NOUVEAU DU XYLEBORE DISPARATE (*XYLEBORUS DISPAR F*)

PAR

D. SCHVESTER

Contractuel scientifique au Laboratoire du Pou de San-José à St-Genis Laval.

Introduction

Nous avons précédemment signalé chez *Xyleborus dispar* F., Coléoptère Scolytide, l'existence d'un Nématode parasite, trouvé à plusieurs reprises dans la cavité générale des insectes adultes (1).

Les premiers échantillons provenaient d'un verger de Pommiers situé à Lentilly (Rhône) où ils avaient été recueillis en septembre 1947. Par la suite, nous avons retrouvé ce parasite assez souvent, chez des hôtes de provenances diverses, en nombre plus ou moins important, suivant les lieux. Nous nous trouvions donc en présence d'une espèce jouant un certain rôle et méritant de ce fait une étude particulière (2).

Caractères morphologiques et anatomiques du parasite.

Les individus sont fusiformes, (Cf. *figure*). Vus à l'œil nu, ils présentent une coloration blanchâtre, légèrement nacrée.

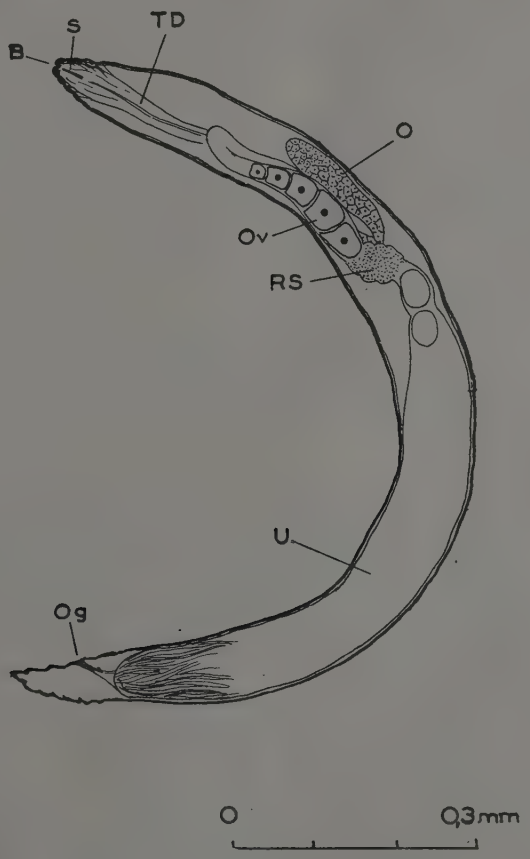
Le diamètre médian varie entre 0,1 et 0,2 mm et la longueur est généralement comprise entre 1,5 mm et 3 mm. Certains individus cependant atteignent une taille de 4 mm; on n'en trouve dans ce dernier cas qu'un ou au plus deux, par hôte.

L'organisation interne du parasite adulte comprend un tube digestif arrivé à un extrême degré de régression, qui s'ouvre par un orifice buccal sans lèvres distinctes, muni d'un stylet. L'orifice anal n'a jamais pu être distingué.

(1) R. Vasseur et D. Schvester. — Le Xylebore disparate (*Xyleborus dispar* F) dans la région lyonnaise. *Ann. Epip.*, XIV, p. 85-89, 1948.

(2) M. R. Ph. Dollfus, Directeur du Laboratoire d'Helminthologie coloniale de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, et M. Nigon, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon, ont bien voulu, pour cette étude, nous faire part de leurs conseils; qu'ils nous permettent de leur en exprimer ici nos plus vifs remerciements.

La cavité générale est occupée en presque totalité par une gonade impaire sur laquelle il est facile de distinguer différentes régions : un ovaire renfermant de très nombreux ovocytes ; un réceptacle séminal, simple portion du tube ovarique sans différenciation anatomique



Nématode parasite de *Xyleborus dispar F.*

B': Orifice buccal. — *S* : Stylet. — *T D* : Tube digestif, — *G* : Ovaire. — *Ov* : Ovocytes. — *R S* : Réceptacle séminal. — *U* : Utérus (quelques larves seulement ont été représentées). — *Og* : Orifice génital.

spéciale, mais où sont rassemblés les spermatozoïdes ; un utérus, bourré d'œufs en voie de développement et de larves.

L'animal n'est capable d'effectuer que de lentes contractions.

Tous les individus examinés, au nombre d'une centaine environ, présentaient une organisation analogue ; il s'agit là de femelles vivipares hautement spécialisées. Il n'a pas été observé de mâles.

Les larves, dont nous pouvons évaluer le nombre à plus de trois cents par femelle, enroulées sur elles-mêmes pour les plus jeunes, sont, à l'intérieur même de l'utérus, douées d'une certaine mobilité. Si l'on vient à dilacérer la mère dans une goutte de liquide de Ringer, on les voit s'échapper et se déplacer activement. Ces larves mesurent environ 0,1 mm à 0,3 mm de long sur 0,008 mm à 0,010 mm de diamètre. Elles sont pourvues d'un stylet buccal nettement visible sur le vivant et d'un tube digestif bien individualisé.

Position systématique et dénomination du parasite.

A notre connaissance, aucun ver parasite n'avait encore été signalé chez *Xyleborus dispar*, bien que la famille des Scolytides à laquelle appartient cet insecte, compte de nombreux représentants susceptibles d'être infestés par une ou plusieurs espèces de Nématodes.

Fuchs qui étudia en Allemagne de façon très détaillée les Nématodes parasites de Scolytides (1) mentionne dans son travail deux espèces seulement de vers comme ayant des relations (assez lointaines d'ailleurs) avec *X. dispar* : ce sont *Anguillonema pinguicauda* Fuchs et *Rhabditis juglandicola* Fuchs, Nématodes à vie libre, trouvés par l'auteur en question sous les écorces de noyers attaqués par le Xylébore. Ces deux espèces ne ressemblent en rien à la forme que nous avons rencontrée.

Nous plaçons l'espèce que nous décrivons dans le groupe des *Parasitylenchus dispar*, autres Nématodes décrits par Fuchs, comme parasites de divers Scolytides ; cet auteur signale en effet *Parasitylenchus dispar chalcographi* infestant *Pytiogenes chalcographus* L ; *Parasitylenchus dispar polygraphi* parasitant *Polygraphus polygraphus* L ; *Parasitylenchus dispar pusilli* dont l'hôte est *Crypturgus pusillus* Gyll. Ces formes sont extrêmement spécialisées, vivipares et caractérisées essentiellement par la présence d'une grosse gonade bourrée d'embryons et de larves occupant la presque totalité de la cavité générale ; elles présentent de plus une très forte régression du tube digestif, possèdent un stylet buccal et vivent dans la cavité générale de leurs hôtes. Cette description correspond bien à celle que nous donnons de la forme que nous avons trouvée ; l'absence de caractères morphologiques ou anatomiques distinctifs très précis ne nous permet pas de rechercher une identification plus poussée et, tenant compte des caractères biologiques, nous proposons de désigner cette forme sous le nom de *Parasitylenchus dispar xylebori*, désignation conforme à la taxonomie employée par Fuchs.

Degré d'infestation de l'hôte par le parasite.

Les Xylébores des deux sexes sont susceptibles d'être infestés. Les parasites se tiennent dans la cavité générale de leur hôte, d'où on peut les libérer par simple dilacération de celui-ci.

(1) Fuchs (A.G.). — Neue parasitische und halbparasitische Nematoden bei Borkenkäfer und einige andere Nematoden. *Zool. Jahrb. Abt. Syst.*

Le nombre de Nématodes parasitant un même insecte, varie dans de larges limites : nous en avons trouvé jusqu'à 27 chez un Xylébore femelle, et 21 chez un mâle ; parfois au contraire, on n'en compte qu'un ou deux par hôte ; c'est dans ce dernier cas qu'il est possible d'observer la forme « géante » mesurant jusqu'à 4 mm de long, dont nous avons parlé plus haut.

On sait que *X. dispar* vit, groupé en « colonies », dans des systèmes de galeries creusées au printemps par les femelles dans le bois de divers végétaux ligneux, les arbres fruitiers notamment. Or, les colonies d'insectes habitant les divers systèmes d'un même végétal, ne sont pas forcément toutes infestées par le Nématode ; mais, dans les colonies parasitées, la proportion d'insectes porteurs de vers dépasse couramment la moitié. C'est ainsi que, le 3 juillet 1948, nous avons trouvé, dans un Pommier en provenance de Lentilly, dans une des colonies :

10 femelles dont 9 parasitées
8 mâles — 6 parasités

et dans une autre colonie :

18 femelles dont 13 parasitées
1 mâle parasité.

soit, dans les deux cas, environ 5/6 d'insectes parasités.

Nous avons pu, en outre, faire les deux observations suivantes, d'un intérêt tout particulier :

— Sur Pommier, le 4 août 1947, nous trouvions un système de galeries peu développé, dont la population se montait à quatre femelles dont une seule parasitée, et hébergeant six Nématodes.

— Sur Poirier, le 12 août 1947, à La Tour-de-Salvagny (Rhône), nous observions un système peuplé seulement par six mâles et une femelle, cette dernière étant seule parasitée, par un unique Nématode, de grande taille.

Or, le corps adipeux de ces deux Xylébores femelles parasités avait, à l'époque à peu près complètement disparu, et leurs ovaires, bien que très développés, ne présentaient plus traces d'ovocytes ni d'œufs. Ceci démontre qu'il s'agissait là de femelles âgées, « fondatrices » des colonies en question ; ces femelles peuvent en effet survivre assez longtemps après leur ponte (quelquefois plus de trois mois) et présentent alors de profondes différences anatomiques avec les jeunes femelles de la génération nouvelle : celles-ci présentent en effet, à cette époque, des ovaires encore très petits, très peu développés et un corps adipeux très abondant.

Cycle évolutif du parasite.

Les deux observations précédentes nous autorisent à formuler quelques hypothèses relatives au cycle évolutif du parasite.

En effet, le fait que les femelles « fondatrices » soient infestées, alors que leur descendance ne l'est pas, donne à penser que le Nématode ne se transmet pas directement d'un hôte à ses descendants, et que l'existence d'un stade intermédiaire, peut-être libre, est possible.

Cette hypothèse se trouve étayée par l'observation suivante : lors de l'examen d'un Pommier, provenant de Lentilly, le 7 février 1948, nous avons constaté la présence en très grand nombre, dans deux systèmes de galeries, de petits Nématodes libres grouillant parmi des débris d'insectes au milieu desquels on pouvait aisément reconnaître les éléments du squelette chitineux de Xylébores. Dans l'un de ces systèmes de galeries, quatre insectes, soit une femelle et trois mâles, étaient encore en vie et aucun d'eux n'était parasité.

Les petits Nématodes libres se révélèrent à l'examen, être foncièrement différents du parasite précité : il y avait parmi eux des larves, des femelles et des mâles, présentant un tube digestif et des gonades plus ou moins développées ; leurs dimensions moyennes étaient d'environ 0 mm 8 de long sur 0 mm 06 de diamètre pour les femelles, et de 0 mm 6 de long sur 0 mm 055 de diamètre pour les mâles. Il ne nous a pas été possible de les déterminer ni de les élever, mais nous pouvons cependant affirmer qu'il ne s'agissait ni de *Anguillonema pinguicauda*, ni de *Rhabditis juglandicola*.

Rien ne nous permet toutefois d'assurer qu'il s'agit là du stade intermédiaire dont nous supposons l'existence, et qui serait alors constitué par la descendance directe du Nématode parasite et vivipare, objet du présent travail ; il n'y a peut-être là qu'une simple coïncidence, mais qui valait cependant d'être soulignée.

Action du parasite sur son hôte.

Nous avons, par contre, de meilleures raisons de supposer que la présence du parasite détermine chez l'hôte, une diminution nette de la fécondité, et provoque même la mort. C'est en effet ce qui se passe dans la plupart des cas, chez les insectes infestés par des Nématodes, ceux-ci vivant aux dépens des réserves de l'hôte.

Une femelle de Xylebore donne normalement naissance à vingt ou trente insectes, sinon plus. Or, dans les observations que nous mentionnons spécialement ci-dessus, nous constatons que la descendance des femelles parasitées a été considérablement réduite ; ce fait peut encore venir renforcer notre présomption.

Enfin, nous avons pu constater, en 1948, dans les importants foyers de Xylébore de La Tour-de-Salvagny et de Lentilly, où le Nématode existait en assez grande quantité, une certaine limitation des dégâts de l'insecte, par rapport à l'année précédente, et ceci surtout dans le dernier nommé de ces foyers ; mais là encore, nous nous trouvons peut-être en face d'une simple coïncidence.

Résumé et conclusions.

1. Un Nématode parasite a été trouvé dans la cavité générale de *Xyleborus dispar* F. ; par son anatomie et sa biologie, ce Nématode s'apparente au groupe des *Parasitylenchus dispar* Fuchs.

2. D'après quelques observations malheureusement trop fragmentaires, nous pouvons supposer l'existence d'un stade libre dans le cycle évolutif de ce Nématode.

3. Il apparaît comme probable que l'infestation par le ver provoque chez son hôte une diminution de la fécondité, sans toutefois que l'on puisse actuellement envisager l'utilisation volontaire de ce phénomène comme méthode de lutte biologique contre *X. dispar*.

(*Reçu le* 15 *novembre* 1949).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

BALACHOWSKY (A.) et MESNIL (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, t. I, p. 22-24, Paris 1936.

BODENHEIMER (F.S.). — Die parasitâre Beziehungen zwischen Würmen und Insekten. *Centrbl. Bakt. Parasitkd. Abt. II*, LVIII, Iena 1923.

FUCHS (A.G.). — Neue parasitische und halbparasitische Nematoden bei Borkenkäfer, und einige andere Nematoden. *Zool. Jahrb. Abt. Syst.*, LXX et LXXI, Iena, 1937 et 1938.

SCHNEIDER-ORELLI (O.). — Untersuchungen über den pilzzüchtenden Obstbaumborkenkäfer *Xyleborus (Anisandrus) dispar* und seinen Nährpilz. *Centrbl. Bakt. Parasitkd. Abt. II*, XXXVIII, Iena 1913.

ADDENDUM

La présente note était déjà sous presse lorsque nous avons eu connaissance d'un article signalant l'existence dans le tube digestif et la cavité générale des larves *Xyleborus dispar* d'un autre Nématode parasite : *Tylenchus Xylebori*, G. ROUX. (Dr G. ROUX : Sur un Nématode parasite des larves de *Xyleborus*. *Lyon médical*, 1905, pp. 49-54).

Ce Nématode existerait aussi à l'état libre dans le bois parasité par l'insecte.

Les caractères biologiques et morphologiques de ce Nématode sont très différents de ceux de la forme que nous décrivons, et il paraît difficile à première vue, d'établir ou de nier une parenté quelconque entre les deux espèces, d'autant plus que l'auteur signale avoir fait sa découverte au mois de mars, c'est-à-dire à une saison où le Xylébore, encore en hibernation, n'existe qu'à l'état adulte.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

BAWDEN (F.C.). — **Plant diseases** (Les maladies des plantes), 1 vol., 206 p. Nelson 1948.

Ce petit livre est dû au Chef du service de Pathologie Végétale de la Station expérimentale de Rhotamsted connu pour ses travaux fondamentaux sur les virus. Sous un très petit volume et sous une forme très familière, il nous fournit un excellent résumé des données les plus importantes de la pathologie végétale. On n'y trouvera ni recettes pratiques ni descriptions circonstanciées de maladies, mais simplement des idées illustrées par des exemples bien choisis. Deux notes dominent l'ensemble : un esprit biologique très averti et hautement scientifique et un constant souci de ne pas négliger le point de vue agronomique et économique. L'ouvrage s'adresse à la fois aux biologistes et aux agronomes. Ni les uns, ni les autres ne peuvent s'y trouver dépaysés.

Le mode de transmission des maladies par la semence, le sol, le vent, les insectes est l'objet d'importants développements. La question des hôtes alternatifs est envisagée en détail ; il n'est pas seulement question du cycle des Rouilles, mais aussi de l'hibernation de la Mosaïque du Concombre sur la Primevère ou du Spotted-wilt de la Tomate sur le Dahlia et autres plantes. Les hôtes de passages des Pucerons vecteurs de virus sont également envisagés.

Les maladies physiologiques sont brièvement décrites. L'auteur s'attache ensuite à l'examen de l'influence des conditions de milieu : température, humidité, nutrition, sur le développement des maladies parasitaires. Ce chapitre est excellent et de nature à ébranler les préjugés de certains biologistes étrangers à la pathologie végétale. L'auteur insiste avec force sur le fait qu'il est faux de prétendre qu'une mauvaise nutrition favorise le développement des maladies. Dans le cas des parasites obligatoires comme les agents des rouilles ou les virus, l'affirmation inverse serait beaucoup plus proche de la réalité. Par contre si l'on s'adresse à des parasites moins stricts, il n'y a pas de règle. La forte nutrition azotée favorise fréquemment le parasite (*Venturia inaequalis, Verticillium albo atrum*), parfois cependant l'action est complexe, ainsi l'azote favorise d'une part les contaminations par *l'Ophiobolus graminis*, mais les plantes infectées sont d'autre part plus aptes à réagir. Ces deux actions sont contradictoires et la résultante finale difficile à prévoir. Certains parasites facultatifs sont nettement favorisés par une nutrition déficiente.

La création de variétés résistantes est envisagée. L'auteur montre son puissant intérêt et aussi ses limites. L'existence de races biologiques, la mutabilité du parasite, l'action des facteurs du milieu sur le mécanisme de la résistance, rendent parfois les résultats précaires.

A propos des méthodes de lutte, l'auteur insiste sur le point de vue économique, sur l'efficacité de pratiques culturales judicieuses, la nécessité pour le cultivateur d'être conseillé par des spécialistes compétents. La question des embargos et quarantaines est discutée. L'auteur estime que ces méthodes sont efficaces pour empêcher l'introduction de certains parasites lorsqu'elles sont basées sur une connaissance profonde de la biologie du parasite. Lorsque cette condition n'est pas remplie on risque, en fermant une porte, d'en laisser ouverte une autre : on interdira par exemple l'introduction d'une plante hôte d'un virus, tandis qu'une autre passera librement. Par ailleurs on a quelque peu discrédité ces mesures en les utilisant parfois d'une manière abusive, le point de vue sanitaire servant de prétexte à l'établissement d'une barrière économique. Enfin quelle que soit leur efficacité on ne peut prétendre éviter l'établissement de maladies nouvelles. Des parasites bénins dans une région, et contre lesquels on ne songera pas à se protéger, pourront devenir redoutables dans une autre région. L'introduction d'un virus latent sur une plante dont l'état de maladie peut passer totalement inaperçu, risque de permettre à celui-ci de s'établir sur de nouvelles plantes très sensibles et de créer des maladies nouvelles, etc...

La lutte curative est encore pratiquement inexistante et les recherches dans cette voie purement empiriques, essayez n'importe quoi et voyez ce qui arrive. Cette méthode peut encore donner de fructueux résultats mais ne peut être considérée comme un idéal. Seules des études approfondies sur le mécanisme de la résistance, du parasitisme et de l'effet de la nutrition sur le développement de la maladie permettront une orientation plus scientifique des recherches.

Ce résumé bref et incomplet donne une idée insuffisante de cet ouvrage qui ne manquera pas d'intéresser les spécialistes eux-mêmes, en les invitant à penser à nouveau certains problèmes

P. L.

DILLON WESTON (W. A. R.), et ERIC TAYLOR (R.). — **The plant in health and disease** (La plante à l'état de bonne santé et de maladie). 1 vol., 173 p., 60 pl., Londres (Crosbye Lockwood), 1948.

Ce livre est un ouvrage de vulgarisation rédigé par deux conseillers phytopathologistes. Il se présente sous une forme originale et intéressante. Ainsi que l'indique le titre les auteurs ne se contentent pas, ainsi qu'on le fait d'ordinaire, de traiter les maladies mais étudient également, quoique de façon sommaire, les conditions de milieu favorables au bon développement de la plante. On ne trouvera pas non plus ici une étude méthodique de l'ensemble des maladies des plantes. Les auteurs développent certaines données biologiques, les principes des méthodes de lutte. Ils envisagent en détail le traitement des semences, l'étude d'un certain nombre de maladies transmises par ces dernières. Les chapitres suivants sont consacrés aux maladies en provenance du sol, aux maladies de la Tomate, aux maladies transmises par des champignons à spores anémophiles (Rouilles et Oïdium des céréales, Mildiou de la Pomme de terre, Mildiou de la Betterave). Les carences et les maladies à virus sont ensuite l'objet de brefs développements. Le livre se termine sur un exposé de la législation phytosanitaire et un résumé de l'organisation des services phytopathologiques anglais. De très bonnes photographies illustrent l'ouvrage.

Malgré sa composition décousue l'ouvrage est intéressant et sera lu avec profit par les techniciens de l'Agriculture auxquels il s'adresse. P.L.

SMITH (K.W.). — **Plant viruses** (Les virus des plantes). 1 vol., 78 p., 3 fig., 8 pl., 1948.

Cet ouvrage est une nouvelle édition entièrement refondue et mise à jour d'un petit livre paru en 1935. Peu étendu et d'une lecture facile, il permettra aux non-spécialistes d'assimiler facilement l'essentiel des connaissances actuelles sur les virus des plantes.

Bien que l'exposé soit fort sommaire, l'auteur a pu présenter un tableau très exact et suffisamment nuancé des principaux problèmes. On trouvera notamment un bon exposé élémentaire du problème de la transmission des virus. L'exposé relatif aux propriétés des virus eux-mêmes est sommaire mais intéressant.

Les considérations se rapportant à la classification des virus dénotent un esprit critique excessif. Il est indispensable de classer les virus et de se mettre d'accord sur une nomenclature. Une confusion regrettable est établie entre les deux problèmes qui ne se confondent pas, bien que présentant entre eux des liaisons étroites. L'utilisation des noms communs anglais, recommandée par l'auteur, d'après les normes de *Review of applied mycology* est une solution empirique peu satisfaisante et ne paraît pas de nature à mettre un terme à la confusion actuelle.

La lutte contre les maladies est condensée en quelques pages très brèves indiquant les grands principes généraux. P.L.

BROWN (W.), BROOKS (F.T.) et BAWDEN (F.C.). — **A discussion on the physiology of resistance to disease in plants** (Discussion sur la physiologie de la résistance aux maladies chez les plantes). *Proc. Roy. Soc.*, B., 135, 171, 195, 1938.

Dans cette étude très intéressante W. BROWN étudie la résistance aux parasites facultatifs, F.T. BROOKS la résistance aux parasites obligatoires et F.C. BAWDEN la résistance aux virus. Il est impossible de résumer en quelques lignes un travail qui ne fait lui-même que condenser à l'extrême un sujet aussi vaste. On y trouvera notamment des indications intéressantes relatives à l'action des facteurs du milieu sur la résistance. Dans le cadre des virus, BAWDEN envisage notamment l'action de la lumière et de la nutrition. P.L.

SHEFFIELD (F.M.L.). — **Preliminary studies in the electron microscope of some plant virus inclusion bodies** (Études préliminaires, à l'aide du microscope électronique, de certaines inclusions provoquées par des virus des plantes). *J.R. Micr. Soc.*, p. 69-76, 1946.

Cette étude préliminaire porte sur les inclusions du virus de la Mosaïque du Tabac et du virus du « severe etch ». L'étude des inclusions amorphes du virus de la Mosaïque du Tabac confirme l'idée d'après laquelle celles-ci sont formées en majorité par du virus. On y retrouve les bâtonnets caractéristiques du virus avec leurs longueurs très variables et des éléments arrondis qu'il n'est pas possible de distinguer de ceux qu'on trouve dans le cytoplasme des cellules saines. Il se peut d'ailleurs qu'une partie de ces éléments arrondie soit formée par du virus. Les inclusions cristallines du virus de la Mosaïque du Tabac se résolvent en fines aiguilles dès qu'on perce la membrane de la cellule. On peut néanmoins extraire des paquets de ces fibres si on les laisse enveloppées de cytoplasme. On y retrouve alors les bâtonnets caractéristiques du virus. Ceci démontre la présence de virus dans les inclusions de ce type.

Le virus du « severe etch » est l'un des deux virus des végétaux qui possèdent des inclusions intra-nucléaires. Celles-ci ont la forme de plaques rectangulaires atteignant jusqu'à 10 μ de côté et une épaisseur de 0,5 μ. Elles résistent bien aux mauvais traitements et l'on peut en extraire jusqu'à trente d'un même noyau. Leurs réactions sont celles des protéines. Leur pouvoir infectieux n'a pas été éprouvé. La plupart étaient trop volumineux pour pouvoir être examinés avec fruit au microscope électronique. L'un d'entre eux se révéla néanmoins assez mince pour être partiellement traversé par les radiations et paraissait

présenter une structure interne. Les inclusions cytoplasmiques du même virus présentent des propriétés comparables à celles des inclusions de la variété aucuba du virus de la Mosaïque du Tabac. Dans les inclusions récemment formées, on observe une grande quantité de matériel dont les dimensions se trouvent au-dessous de la limite de résolution du microscope électronique ; il y a de plus quelques cristaux rhomboïdaux. Au bout de trois semaines après le début de l'infection quelques cristaux atteignent 2 μ. Ces cristaux ont la forme de plaques d'épaisseur variable. Certains sont opaques, d'autres sont traversés par les rayons. Ils sont enveloppés d'une matrice formée par la substance amorphe. Quatre semaines après le début de l'infection tout le matériel amorphe a disparu et on ne voit pour ainsi dire plus que des cristaux. On observe alors également des cristaux en aiguille de 50 à 100 μ de large et parfois plusieurs microns de longueur, on les trouve en groupes mélangés avec les cristaux rectangulaires. Ultérieurement les cristaux en aiguilles deviennent visibles au microscope ordinaire mais sont alors trop opaques pour être étudiés au microscope électronique. Dans le cytoplasme environnant les inclusions et dans celui des cellules dépourvues d'inclusions visibles au microscope optique, on observe les mêmes figures, mais les cristaux sont beaucoup moins nombreux. Des bâtonnets ont été observés. Or déjà l'anisotropie d'écoulement des préparations partiellement purifiées suggérait que le virus présentait la forme de bâtonnets. Tous ces résultats confirment les ressemblances entre le virus *etch* et la variété *aucuba* du virus de la Mosaïque du Tabac. Dans les deux cas on observe dans les inclusions des cristaux trop petits pour être vus au microscope optique. Il y a dans les deux cas des fibres qui s'organisent dans le virus aucuba pour donner des plaques hexagonales et dans le virus etch des cristaux rhomboïdaux. Des considérations indirectes conduisent à penser que les cristaux observés chez les plantes infectées par le « severe etch » contiennent du virus. P.L.

STEERE (R.L.) et WILLIAMS (R.C.). — **A simplified method of purifying tomato Bushy stunt virus for electron microscopy** (Une méthode simplifiée de purification du virus du Bushy stunt en vue de l'examen au microscope electronique). *Phytopatho*, XXXVIII, 12, p. 948-954, 1948.

L'examen au microscope électronique du virus du Bushy stunt exige une purification qu'il y a intérêt à réaliser par des méthodes moins énergiques que la précipitation par le sulfate d'ammonium. La méthode préconisée par les auteurs répond à ce besoin et le traitement peut être réalisé en 25 mn.

L'extraction est réalisée à partir de feuilles de *Datura meteloides* trois jours après leur contamination (croissance à 22°, éclairage artificiel). Le jus est étendu de son volume d'eau distillée. On pratique ensuite une coagulation par la chaleur en plongeant les tubes contenant le liquide dans de l'eau bouillante pendant 10 s au maximum. La coagulation se produit en moins d'une minute lorsque le jus atteint 49°. Le coagulum est sédimenté. On ajoute une quantité de Celite correspondant à la moitié du volume de liquide restant. On secoue et on centrifuge de nouveau à 3 000 tours pendant 3 mn après quoi le liquide est porté dans un tube propre et centrifugé de nouveau pendant 15 mn. Un nouveau transport et une centrifugation de 3 mn est recommandable pour éliminer les particules de Diatomées. Quelques gouttes du liquide final sont alors disposées sur le film de collodion du microscope électronique. On laisse chaque goutte en position pendant 1/2 mn et l'excès de liquide est éliminé avec une pipette.

La méthode n'est pas applicable lorsqu'on n'ajoute pas d'eau distillée au jus de plante. Il est probable que lorsque les protéines normales sont coagulées dans un jus non dilué, elles entraînent les particules du virus. Il s'agirait d'un entraînement mécanique dans un milieu où les particules sont si denses que le champ libre pour leur mouvement est très faible. L'auteur estime que la perte de pouvoir infectieux provoquée par ces traitements est très faible. On observe sur la photographie des couches aplaties de particules. P.L.

KASSANIS (B.) et KLECZKOWSKI (A.). — **The isolation and some properties of a virus inhibiting protein from Phytolacca esculenta** (Isolement et études de certaines propriétés d'une protéine de *Phytolacca esculenta* douée d'un pouvoir d'inhibition sur les virus). *Journal gen. Micro*, 11, 2, 143-153, 1948.

Une substance inhibant les virus des plantes peut-être isolée du jus de *Phytolacca esculenta* par précipitation différentielle avec de l'éthanol suivie d'absorption sur célite et élution avec Na Cl à 10 p. cent. Les préparations purifiées contiennent 14-15 p. cent d'azote et 8-12 p. cent de glucides et l'inhibiteur est probablement une gluco-protéine. La dénaturation provoque la perte du pouvoir inhibiteur. La protéine, sauf lorsqu'elle est dénaturée, n'est pas affectée par la pepsine et la trypsine.

Le point isoélectrique de la gluco-protéine correspond aux environs du pH 7. Elle peut être combinée au virus de la Mosaïque du Tabac et lorsque des solutions indemnes de sels des deux corps sont mélangées en certaines proportions à des valeurs du pH compris entre leurs points isoélectriques le virus est précipité sous la forme de filaments paracristallins. La gluco-protéine précipite également le virus du Bushy stunt de la Tomate.

Ajoutée à de nombreux virus des plantes, la gluco-protéine provoque une réduction immédiate de pouvoir infectieux mais n'a pas d'effet sur le bactériophage. Des mélanges non infectieux reprennent leur pouvoir infectieux lorsqu'on les dilue. On n'a pu mettre en évidence aucune preuve de l'existence d'un certain rapport de la quantité de virus à celle de l'inhibiteur, nécessaire pour que le pouvoir infectieux disparaisse. Le mécanisme de la neutralisation du virus est discuté. P.L.

GREGORY (P.H.). — **The multiple infection transformation** (La transformation d'infections multiples). *Ann. appl. Biol.*, XXXV, 3, 412-417, 1948.

Les gradients de contamination sont artificiellement minimisés quand on les exprime en p. cent de présence ou d'absence. L'effet est plus ou moins accentué suivant l'incidence de la maladie et la dimension des parcelles d'essai. Une table donne les transformations nécessaires (Transformation de THOMSON). P.L.

MARAMOROSCH (K.). — **The influence of temperature on the incubation of the wound tumor virus in the insect Agallia constricta** (Influence de la température sur l'incubation du virus des tumeurs de blessure chez l'insecte *Agallia constricta*), *Phytopatho*, XXXIX, p. 14, 1949.

Les essais relatifs à la détermination de l'influence de la température sur l'incubation du virus *Aureogenus magnivena* dans l'organisme de l'insecte vecteur *Agallia constricta* ont été conduits en chambres à température constante, avec lumière contrôlée (16 h de jour et 8 h d'obscurité) avec une intensité de 560 bougies-mètre. A 16°, la durée d'incubation était au moins de 30 J transmission faible et irrégulière. A 26°, elle était de 14 J. Des insectes ayant acquis tout leur pouvoir infectieux à 26° étant portés à 35° perdent celui-ci et ne le récupèrent pas si on les place de nouveau à 26°. Lorsqu'on porte à 16° les insectes ayant subi leur incubation à 26°, la transmission devient faible et irrégulière, mais reprend ses caractères antérieurs si on met de nouveau les insectes à 26°. A 0°, l'incubation est totalement arrêtée, mais reprend normalement au stade où l'arrêt s'est produit, si l'on replace les insectes à 26°. P. L.

LITTAU (V.C.) et BLACK (L.M.). — **Cytoplasmic inclusions associated with wound tumor in** *Rumex acetosa* (Inclusions cytoplasmiques associées aux tumeurs de blessures chez *Rumex acetosa*). *Phytopatho*, XXXIX, p. 13, 1949.

Des inclusions cytoplasmiques ont été découvertes en association avec les tumeurs de blessure chez *Rumex acetosa* et d'autres espèces sensibles aux virus des tumeurs de blessures *Aureogenus magnivena*. Elles étaient généralement localisées dans les cellules indifferenciées de la tumeur, mais on les trouvait parfois dans les trachéides de cette dernière. Leurs dimensions, leurs formes et leurs réactions histochimiques les rapprochent des nucléoles. Des inclusions de ce type ont rarement été observées dans les zones non tumorales des racines à partir desquelles les tumeurs se développent et très rarement dans les méristèmes de racines non infectées. Par la triple coloration de Flemming, les nucléoles et les inclusions sont colorées en rouge par la safranine, tandis que les noyaux étaient violets. Les inclusions nucléoles étaient Fulgen négatifs. Avec le mélange d'Unna vert de méthyle-pyronine ajusté au pH 7 les inclusions et nucléoles étaient rouges (pyronine) et les noyaux bleus. La digestion en présence de ribonucléase n'a pas altéré les propriétés tinctoriales des nucléoles et inclusions dans les essais réalisés. Ces réactions colorées paparaissent indiquer que la composition des inclusions est analogue à celle des nucléoles. P.L.

BERKELEY (G.H.). — **Tobacco mosaic in Ontario and Quebec** (La Mosaïque du Tabac dans l'Ontario et le Québec). *Scient. Agric.*, XXII, 8, 465, 478, 1942.

La conservation du virus dans le sol paraît jouer un rôle net dans le développement de la Mosaïque. Le pourcentage de pieds contaminés par le sol, bien que faible dans certains cas, paraît suffire à déterminer des foyers de contamination. Les épreuves de sol par inoculation à *yellow Mammoth* et *N. glutinosa* ont montré une conservation beaucoup plus importante du virus dans l'Ontario que dans le Québec (1936) en relation avec une plus grande humidité de la terre en automne dans cette province.

L'usage du Tabac par les ouvriers est un moyen de contamination important. Des essais précis ont donné jusqu'à 6 p. cent de contaminations avec des cigarettes manufacturées. Les pourcentages sont beaucoup plus élevés lorsque les travailleurs roulent leur cigarette avec du Tabac atteint de Mosaïque (4 p. cent à 88 p. cent). Lorsque les mains sont bien lavées au savon, il ne se produit pas de contaminations. Enfin un faible pourcentage de Mosaïque sur couche peut se traduire par un pourcentage élevé après repiquage.

L'épuration des pieds malades donne de bons résultats. Il ne faut pas remplacer les pieds épurés. Ceux que l'on mettrait à la place seraient rapidement atteints. Les diverses opérations culturales augmentent considérablement le p. cent de contamination par rapport aux parcelles non travaillées (de 2 p. cent à 68 p. cent). L'écimage est notamment un mode de transmission très important. On réduit la transmission en écimant d'abord les plantes saines, puis les malades. Lorsque les couches sont stérilisées, elles ne transmettent pas le virus et les sources de contamination doivent être recherchées parmi les causes précitées.

En conclusion les précautions recommandées contre la Mosaïque sont les suivantes :

1° Stérilisation des couches ;

2° Rotations avec une autre plante telle que le Seigle ;

3° Interdiction au personnel d'utiliser du Tabac lorsqu'il travaille sur les semis et au moment du repiquage et au cours des diverses opérations culturales effectuées au champ ;

4° Lavage des mains au savon à l'eau courante avant le travail ;

5° Epurer tous les pieds malades avant chaque opération culturale dans les champs, cultiver dans des conditions aussi sèches que possible. Ecimer et pincer les plantes saines avant les malades. P.L.

WILLIAMS (R.C.) et RUSSEL (L.S.). — **Electron micrographs of tobacco mosaic virus in crude expressed sap.** (Photographie au microscope électronique du virus de la Mosaïque du Tabac dans les jus entiers de plante). *Phytopatho.*, XXXIX, p. 26, 1949.

Les photographies des particules du virus de la Mosaïque du Tabac ont généralement été réalisées avec des préparations hautement purifiées, bien qu'on ait publié certaines figures obtenues avec un jus brut simplement dilué. On a pu obtenir des photographies d'une souche extraites de Tabacs de la variété « White Burley », à partir de jus non dilué. Le virus apparaissait en larges faisceaux ou plaques de quelques μ de longueur et 1 μ environ de largeur. Les plaques étaient d'autant plus grandes que l'infection était plus ancienne. Une légère dilution ou un lavage à l'eau distillée du jus cru ou de la préparation desséchée sur le porte-objet du microscope provoquent la rupture des faisceaux et l'obtention de particules séparées identiques à celles photographiées jusqu'à présent. P.L.

KASSANIS (B.) et SELMAN (I.W.). — **Variations in the reaction of White Burley Tobacco to the tomato aucuba mosaic virus and to some other straim of tobacco mosaic virus** (Variations dans la réaction du Tabac « White Burley » au virus de la mosaïque aucuba de la Tomate et à quelques autres souches du virus de la Mosaïque du Tabac). *J. Polomogy and Hortc. Sc.*, XXIII, nos 3 et 4, 167-170, 1947.

Les auteurs ont mis en évidence, chez le Tabac *White Burley*, l'existence de deux lignées différentes qui présentent de légères différences morphologiques dans le limbe. Les plantes d'une lignée développent des lésions locales nécrosées lorsqu'on leur inocule le virus de la Mosaïque aucuba de la Tomate et occasionnellement une grave nécrose généralisée. Les plantes de l'autre lignée réagissent par une Mosaïque jaune avec le même inoculum. Sur les lignées où le virus de la Mosaïque aucuba de la Tomate provoque des nécroses, certaines autres souches du virus de la Mosaïque du Tabac réagissent aussi de cette façon. P.L.

WOODS (M.W.) et ECK (R.V.). — **Nuclear inclusions produced by a strain of Tobacco mosaic virus** (Inclusions nucléaires produites par une souche du virus de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho.*, XXXVIII, 11, 850-856, 1948.

Les auteurs ont observé des inclusions nucléaires chez des Tabacs infectés par une souche particulière du virus de la Mosaïque du Tabac. Elles paraissent très comparables à celles de cytoplasme. Cette souche aurait donc semble-t-il la faculté d'envahir le noyau. P.L.

CLINCH (P.E.M.) et LOUGHNANE (J.B.). — **Seed transmission of virus yellows of sugar beet** (*Beta vulgaris* L) **and the existence of strains of this virus in Eire** (La transmission par la semence du virus de la jaunisse de la Betterave (*Beta vulgaris* L) et l'existence de souches de ce virus dans l'Eire). (*Sc. proc. Roy. Dublin Soc.*, XXIV, 27, 307, 318, 5 pl., 1948.

Les auteurs reviennent avec davantage de détails sur des observations relatives à la transmission de la jaunisse par la semence dans la lignée 41, observations déjà signalées dans une publication antérieure (*Nature*, vol. 161, p. 28, 1948). Les semailles étaient effectuées en serre en septembre 1946 et en mars 1947. Dans la première série, 11 plantes sur 33 étaient atteintes de jaunisse au mois de mai et dans la deuxième série 57 plantes sur 110 présentaient des symptômes pathologiques au début de juin. Des essais de transmission à des Betteraves saines et à des Épinards furent réalisés à l'aide de l'insecte vecteur *Myzus persicae* et montrèrent que la présence du virus était effective. La transmission par la semence est évidente et ne peut être attribuée qu'à une anomalie de la famille 41, le virus passant dans l'embryon chez celle-ci.

Au cours d'essais effectués sur des plantes prélevés dans les champs, deux types de jaunisse ont été mis en évidence le « Mild yellows » et l'« etch yellows ». La première forme est classique. La seconde débute 12 à 14 J après l'inoculation sur les jeunes feuilles par un éclaircissement des nervures qui deviennent translucides et plus tard blanchâtres ou nécrosées. Plus tard, soit 16 à 21 J après le début de l'infection, la jaunisse se développe normalement sur les feuilles inférieures. Cette jaunisse présente un développement acropète et atteint davantage de feuilles que la forme appelée « mild yellows ». L'éclaircissement des nervures est un symptôme primaire et n'apparaît plus sur les jeunes feuilles qui se développent ensuite. Les feuilles ayant présenté ce symptôme primaire jaunissent ensuite mais atteignent rarement des dimensions normales. Il se développe souvent, notamment en serre, des anneaux ou des taches rougeâtres sur certaines feuilles jaunies. Les deux souches sont transmises par le *Myzus persicae*. La souche « etch yellows » est la plus infectieuse et généralement transmise à 100 p. cent. *L'Aphis Fabae* est un vecteur très peu efficient. Le *Macrosiphum solanifolii* agit comme vecteur mais son efficience n'a pas été déterminée.

L'hypothèse selon laquelle un virus surnuméraire serait combiné à l'« Etch yellows » a été envisagée. Il n'a pas été possible d'en mettre en évidence. La possibilité de l'existence de souches de jaunisse avait été indiquée par WATSON en 1940. Les betteraves infectées

par la souche « Mild yellows » ne sont pas protégées contre l'autre souche. L'inoculation par l'insecte provoque en effet chez elles l'apparition du vein-clearing caractéristique. L'auteur estime que cela ne prouve pas que les deux souches considérées doivent être considérées comme deux virus distincts. Des examens histologiques dans des feuilles de plantes affectées par la souche etch ont montré qu'un des premiers effets du virus est l'hypertrophie du parenchyme adjacent au liber jointe à la nécrose des tubes criblés. L'hypertrophie et la désintégration de la chlorophylle dans le mesophylle sont à l'origine de l'éclaircissement des nervures.

La Betterave sauvage (*Beta maritima L*) est sensible à la souche etch. Les auteurs ont essayé sans succès d'inoculer la Pomme de terre et diverses solanées : *Nicotiana glutinosa, N. rustica* et *Datura stramonium*. P.L.

Huli (R.) et Watson (M.). — **Factors affecting the loss of yield of sugarbeet caused by beet yellows virus II. Nutrition and variety** (Facteurs affectant les chutes de récoltes provoquées chez la Betterave par le virus de la jaunisse II. Nutrition et variétés). *J. agr. Science*, 37, 4, 301-310, 1947.

Les engrais augmentent les récoltes en racines des Betteraves saines et des Betteraves malades, mais les différences de rendements augmentent proportionnellement au fur et à mesure que la récolte s'accroît en valeur absolue. Avec des apports importants d'azote, de fumier et de sel la chute de rendement est plus que proportionnelle. Les engrais ont une influence très faible sur l'expression des symptômes de la maladie. L'effet des engrais sur la vitesse d'expansion de l'infection était variable et paraissait de plus dépendre en grande partie de l'importance de l'effet de l'engrais sur la récolte moyenne. L'azote, la potasse et l'acide phosphorique ont eu occasionnellement un effet favorisant et le sel un effet significativement défavorable. Aucun de ces effets ne paraît présenter d'importance économique. Parmi les variétés et les lignées de Betteraves à sucre aucune différence de sensibilité n'a été notée. Aucun matériel ne permet donc actuellement d'espérer fournir une base pour l'obtention de variétés résistantes ou tolérantes. P.L.

Sylvester (E.S.). — **Transmission of sugar beet yellow net virus by the green peach aphid** (Transmission du virus du « yellow net » de la Betterave à sucre par le Puceron vert du Pêcher). *Phytopatho*, XXXIX, 2, 117-132, 1949.

Le principal vecteur est le *Myzus persicae*. Experimentalement la transmission peut aussi être obtenue par *Aphis rumicis, Macrosiphum solanifolii* et *Myzus pseudosolani*. Le seuil d'acquisition du virus par le Puceron est de 5 mn tandis que le seuil d'inoculation est 15 mn après le début du repas ce qui paraît indiquer que l'insecte peut puiser le virus dans le parenchyme, mais que l'inoculation dans le liber est nécessaire. Le virus est persistant, le Puceron restant infectieux pendant 11 J. Néanmoins il n'y a pas de période d'incubation dans l'organisme de l'insecte vecteur (25 mn au plus). L'auteur note d'ailleurs avec raison que la notion d'une liaison entre la persistance d'un virus et l'existence d'une incubation repose essentiellement sur des observations faites sur des virus transmis par des cicadelles et quelques rares virus transmis par des pucerons. Le virus de la « jaunisse de la Betterave » et le « virus du yellow net » de cette plante fournissent deux exemples où il n'y a pas d'incubation nettement définie.

Les essais paraissent confirmer l'idée selon laquelle le virus est injecté avec la salive de l'insecte vecteur. L'éjection de salive serait discontinue : elle se produit pendant la pénétration des pièces buccales ou lorsque la piqûre est terminée. L'intérêt de la prolongation de la durée du repas correspondrait à la possibilité, pour l'insecte, d'effectuer plusieurs piqûres. Par ailleurs la présence de virus dans la salive ne serait pas constante. L'insecte a une certaine potentialité infectieuse. Celle-ci peut être passive pendant certaines périodes où la transmission ne se fait pas, puis active à d'autres moments. L'efficience de la transmission par 10 aptères atteint 75 p. cent et celle d'un seul aptère 25 p. cent. P.L.

Bawden (F.C.) et Crook (E.M.). — **Some properties of potato virus X in leaf extracts made in different ways** (Certaines propriétés du virus X de la Pomme de terre dans des extraits de feuilles réalisés de différentes façons). *Brit. J. of Exp. Patho.*, XXVIII, 403, 415, 1947.

En faisant incuber le résidu fibreux de feuilles infectées par le virus X de la Pomme de terre avec des enzymes du tube digestif de l'Escargot, on obtient autant de virus qu'il y en avait dans le jus. Environ 4 p. cent du virus extrait par les enzymes d'Escargot est libéré par broyage très fin dans un moulin spécial.

Le virus contenu dans les diverses fractions extraites varie peu au point de vue de son pouvoir infectieux, mais les dimensions des particules varient beaucoup. Les particules dans l'extrait au moulin sont courtes et donnent des réactions de précipitation du type somatique. Dans les extraits traités par les diastases d'Escargots les particules sont très allongées ; dans les jus fraîchement extraits la longueur des particules est variable, mais plus élevée que dans les extraits au moulin : les deux extraits fournissent un précipité du type flagellaire. Les particules de virus dans la sève ont une longueur variable et s'agrégent facilement bout à bout. Par incubation avec des jus de plante saine ou de la trypsine les particules courtes des extraits au moulin s'allongent et transforment leur réaction de précipitation du type somatique en type flagellaire. Le virus X est inactivé dans les extraits au moulin et les préparations purifiées, mais non dans le jus de plantes, par incubation avec

une solution de phosphate tampon au pH 7. Cette inactivation est inhibée par les enzymes d'Escargot, le jus de feuilles saines et certaines autres solutions contenant des protéines.

La proportion de virus dans les plantes infectées varie suivant les hôtes et les souches de virus. La plus élevée a été trouvée avec X dans les Tomates où le poids de virus atteint 2 p. cent du poids sec des feuilles. Il est difficile de savoir sous quelle forme se trouvent les particules de virus dans les cellules vivantes. P.L.

BAWDEN (F.C.) et KLECKOWSKI (A.). — **Variations in the properties of potato virus X and their effects on its interactions whith ribonuclease and protoeolytic enzymes** (Variations des propriétés du virus X de la Pomme de terre et leur effet sur ses interactions avec la ribonuclease et les diastases protéolytiques). *J. gen. Microb.*, II, 2, 173-185, 1948.

Lorsque le virus X est concentré par précipitations avec des acides ou sels ou par centrifugation à grande vitesse, il tend à devenir insoluble tout en restant infectieux et sérologiquement actif. Ceci complique beaucoup la purification et aucune méthode n'a été trouvée permettant d'obtenir de bonnes récoltes de virus avec des propriétés constantes. L'insolubilisation est liée avec l'agrégation des particules en longs fils enchevêtrés, mais il est probable qu'il y a en même temps combinaison avec certains constituants cellulaires.

Les préparations insolubles se dissolvent lentement lorsqu'on les fait incuber au pH 7,5 et rapidement en présence de trypsine et de chymotrypsine. Ces deux enzymes hydrolysent le virus X, la chymotrypsine étant la plus active, mais la sensibilité des diverses souches de virus X est variable.

La ribonucléase hydrolyse facilement l'acide nucléique dérivé du virus X mais paraît dépourvue d'action enzymatique sur le virus actif. En mélange avec le virus l'enzyme se combine avec lui et inhibe réversiblement son pouvoir infectieux. Au pH 7, l'addition de ribonucléase aux préparations de virus soluble provoque la disparition de l'anisotropie d'écoulement, la chute du titre de précipitine, et la production d'un complexe insoluble. L'incubation au pH 7,5 avec du borate tampon dissout lentement le complexe et restaure les propriétés originelles du virus ; la vitesse de remise en solution est augmentée par la présence de trypsine. Certaines préparations du virus étaient partiellement décomposées par incubation avec le borate tampon et parfois la vitesse de décomposition était augmentée en présence de ribonucléase. P.L.

VAN DER WANT (J.P.Kl) et ROZENDAAL (A.). — **Electronen-microscopish onder Zoek van het virus dat de ratelziekte van de tabak en het stengelbont van de Aardappel veroorzaakt** (Etude à l'ultramicroscope du virus responsable de la maladie du Ratel du Tabac et du Stengelbout (stem mottle) de la Pomme de terre). *Tijdschr. et Plziekt*, 94, 4, p. 134-141, 2 fig., 1948.

Extraction des deux virus à partir de *Nicotinia rustica* infectés. Tous deux se présentent sous la forme de particules en bâtonnets de dimensions variables avec deux dominantes l'une à 150 μ, l'autre à 300 μ, l'épaisseur étant de 20 μ. La relation avec le virus de particules globuleuses de 25 μ de diamètre est douteuse. Il n'y a pas d'agrégation apparente des particules pendant une conservation de 2 mois 1/2 du jus purifié à 0°-2°.
P.L.

ROZENDALL (A.) et VAN DER WANT (J.P.H.). — **Over de identiteit van het ratel virus van de Tabak en het stengelbont virus van de Aardapel** (Sur l'identité des virus responsables de la maladie du « Ratel » du Tabac et du «Stengelbont» (stem mottle) de la Pomme de terre). *Tijdschr. Plziekt*, 54, 4, p. 113-133, 12 fig., 1948.

Les auteurs ont soumis à une comparaison détaillée les deux virus envisagés. Ceci paraît confirmer l'identité des deux virus. P.L.

LOCKE, SETH (B.). — **Studies on the chemotherapy of potato virus diseases** (Recherches sur la chimiothérapie des maladies à virus de la Pomme de terre). *Res. in Phytopatho*, XXXVIII, 11, p. 936, 1948.

Par traitement d'une ligne de Pommes de terre Nettedgem atteintes d'enroulement avec de l'acide 2-4-dichlorophenoxyacétique à 0,2 p. cent, on observe un masquage des symptômes dans les jeunes pousses naissant ultérieurement et dans la première génération de plantes nées des tubercules des plantes traitées. Le greffage, sur des plantes saines, de pousses issues de cette première génération, ne provoque pas la transmission du virus, au début ; ultérieurement le taux de transmission augmente, jusqu'à atteindre 100 p. cent. Le développement des symptômes était au début plus lent, et, à la fin, plus rapide, que celui qui suivait l'inoculation par greffage avec des pousses de Pommes de terre malades non traitées par l'hormone. Ces résultats sont interprétés comme indiquant une réduction de la quantité de virus dans les plantes traitées plutôt qu'un masquage. La réinoculation de la descendance de première génération des plantes infectées par greffage avec des scions prélevés sur des plantes enroulées non traitées n'a pas produit de symptômes. Ceci paraît indiquer que la plante contenait des quantités de substance chimique suffisantes pour inhiber la multiplication des virus.

Cette note est à rapprocher des résultats publiés antérieurement par LIMASSET, LEVIEIL et SECHET (*C.R. Ac.*, 20 sept. 1948) et montrant que l'acide 2-4-dichlorophénoxyacétique exerçait une action inhibitrice sur la multiplication du virus X de la Pomme de

terre. Des dosages de virus par la méthode sérologique avaient permis à ces auteurs de pousser plus loin l'étude du phénomène. Il est intéressant de constater que LOCKE arrive à des conclusions comparables dans le cas de l'enroulement. P.L.

C. STAPP et R. BERKS. — **Ueber weitere Austrocknungsversuche mit Seren gegen Kartoffelvirus** (Nouveaux essais de dessication avec les antisérums de certains virus de la Pomme de terre). *Phytopathologische Zeitsschrift*, XV, 1, 53, 1944.

En 1944 STAPP et MARCUS ont montré que des sérums anti X, Y et A pouvaient être desséchés sur papier. Ce procédé permet une grande économie de sérum et ne provoque pas de perte d'activité. L'activité des sérums reste constante pendant 1 an 1/2. L'addition de sucre améliore la réaction. La filtration la meilleure est réalisée avec le papier à machine ou de bureau. Les anticorps desséchés sur le premier papier sont plus faciles à libérer ensuite. La mise en solution des anticorps est vraisemblablement réalisée de façon successive au fur et à mesure de la mobilisation de ceux-ci par le virus.

La comparaison pour l'épreuve sur Pomme de terre, avec le sérum liquide n'a pas donné de résultats très probants en raison de nombreuses réactions non spécifiques fournies par le second. P.L.

STAPP (C.) et MARCUS (O.). — **Ueber das Verhalten von antiseren des Kartoffel — X — virus gegen bacterielle Zersetzung** (Sur la résistance de sérums antivirus X de la Pomme de terre contre la désagrégation par les Bactéries). *Phytopathologische Zeischrift*, XV, 1, 39-46, 1944.

A la suite d'une infection accidentelle, un sérum antivirus X fortement troublé peut être utilisé après clarification et conserve normalement son activité. Les anticorps ne paraissent donc pas détruits par les microorganismes.

Des essais avec des Bactéries typiquement hydrolysantes notamment *Pseudomonas pyocyanea*, ont montré que la perte d'activité des sérums infectés et non infectés était à peu près la même. P.L.

OSWALD (J.W.) et KENDRICK (J.B.). — **Leaf roll, net necrosis and stem end browning in Netted gem potatoes in California** (L'enroulement, la net necrosis et le stem end browning chez les Pommes de terre « Netted gem » en Californie). *Phytopatho*, XXXVIII, 11, p. 917, 1948.

La méthode d'indexage a montré que chez la variété « Netted gem » la *net necrosis* est associée de façon significative à l'enroulement. Le « Stem end browning » ne présente pas ce caractère. Les tubercules prélevés sur des plantes âgées de 90 J présentent seulement des traces de « net necrosis », mais après 6 semaines de conservation à 7° et à 2° on en observe respectivement 23 p. cent et 5 p. cent. Les tubercules murs récoltés après les premières gelées présentent 40-50 p. cent de net necrosis et 10-15 p. cent de « stem end browning » sans accroissement ultérieur de l'importance de ces symptômes. Les tubercules des plantes de 90 J ne présentent pas de « stem end browning ». Les conditions provoquant son apparition s'établissent donc entre les deux dates de récolte envisagées. Le « stem end browning » est plus développé en sol compact qu'en sol sablonneux. P.L.

ROSS (A.F.). — **Local lesions with potato virus Y** (Lésions locales avec le virus Y de la Pomme de terre). *Phytopatho*, XXXVIII, 11, 930, 932, 1948.

L'auteur a éprouvé plus de cent plants. Quatre nouvelles espèces réagissant par des lésions locales à l'inoculation du virus Y (*Marmor upsilon*) ont été mises en évidence. *Chenopodium urbicum* L. *Physalis floridana* Rydb, *Lycium halimifolium* Mill. *Lycium chinense* Mill. Il n'est d'ailleurs pas certain que ces deux dernières espèces soient distinctes du *L. barbarum* que DENNIS a indiqué comme réagissant par des lésions locales. Le *Vigna sinensis*, divers semis de la variété de pomme de terre U.S.D.A. 41 956, *Chenopodium urbicum*, *Physalis floridana* et *Lycium halimifolium* ont été comparés en vue de déterminer leurs valeurs relatives pour des épreuves quantitatives. *Physalis floridana* donne les meilleurs résultats à condition d'être maintenue à une température au moins égale à 26° et de s'assurer qu'il n'y a pas de virus X, celui-ci donnant également des lésions locales sur cette espèce (de même que sur *Chenopodium urbicum* et les *Lycium*). L'épreuve est également intéressante par l'indexage quand il n'y a pas de virus X ; des jus extraits de pousses ou de germes dilués à 1-5 ou 1-10 donnant de très nombreuses lésions. P.L.

BROADBENT (L.) et GREGORY (P.H.). — **Experiments on the spread of rugose mosaic and leafroll in potato crops in 1946** (Experimentation sur le développement de la *rugose mosaic* et de l'enroulement dans les champs de Pommes de terre en 1948). *Ann. Appl. Biol.*, XXXV, 3, 395-405, 1948.

Ces essais font suite à une autre série d'essais effectués de 1943 à 1945 et publiée par DONCASTER et GREGORY (1948). D'après les moyennes des résultats obtenus dans 13 centres en Angleterre et dans le pays de Galles, en 1946, 69 p. cent des infections par le virus Y et 48 p. cent des infections par l'enroulement avaient déjà atteint les tubercules de « Majestic » au début d'août. Une expansion tardive de l'enroulement a été observée en corrélation avec une forte contamination précoce. La Mosaïque rugueuse se répand peu en fin de saison, 74 p. cent des contaminations par la Mosaïque rugueuse et 58 p. cent des contaminations par l'enroulement se font sur les cinq premières plantes à partir de la plante infectée.

Dans l'ensemble, en 1946, l'arrachage précoce des tubercules pour la production de semence aurait été sans effet sur la plupart des cultures. Il n'y a pas eu de corrélation étroite entre l'expansion du virus et le nombre maximum de *Myzus persicae* aptères ou ailés ; cependant dans les centres où les piégeages d'ailés ont permis d'en capturer un grand nombre il y eut de nombreuses contaminations tardives par l'enroulement. L'auteur compare les gradients d'infection de 1943 à 1946. P.L.

GREGORY (P.H.). — **The effect of roguing on the spread of virus diseases in potatoes at Rothamsted in 1946** (L'effet des épurations sur l'expansion des virus de la Pomme de terre à Rothamsted en 1946). *Ann. appl. Biol.*, XXXV, 3, 406-411, 1948.

Les essais sont effectués par petites parcelles avec répétition des traitements. Trois dates d'épuration étaient éprouvées : 14 juin, 6 juillet, 27 juillet, l'arrachage était effectué respectivement en fin juillet, août et septembre. La combinaison des épurations précoces et arrachages précoces a eu un effet notable en réduisant les contaminations par le virus de l'enroulement. Néanmoins la méthode n'est guère applicable car l'épuration de mi-juin est difficile à réaliser, les symptômes étant très faibles à cette époque. De plus l'arrachage précoce provoque une diminution de récolte importante. P.L.

STODDARD (E.M.) et DIMOND (A.E.). — **Malachite green suppresses symptom expression of tobacco mosaic virus in tomato** (Le vert malachite contre l'apparition des symptômes de la Mosaïque du Tabac chez la Tomate). *Phytopatho*, XXXI, X-p. 24, 1949.

Des Tomates sont arrosées avec une solution de vert malachite à 1/4 000. Application journalière 10 J de suite et, le 10e jour, inoculation par le virus de la Mosaïque du Tabac. Un mois après l'inoculation deux plantes sur cinq présentent de légers symptômes, tandis que les cinq témoins ont des symptômes accusés. Ces résultats confirment ceux de TAKASHI (*Science*, 107, 226, 1948) montrant que le virus de la Mosaïque du Tabac ne se multipliait pas sur des feuilles de Tabac en culture de feuilles flottantes quand elles étaient injectées de vert malachite. P.L.

DER WANT (J.P.H. VAN). — **Het stippelstreep van de Boon** (*Phaseolus vulgaris*) **een ziekte vercorzaakt door en virus dat in de grond overblijft** (Le « stipple streak » du Haricot, maladie causée par un virus se conservant dans le sol). *Tijdschr. Plziekt*, 54, p. 85-91, 1948.

Le virus du stipple streak du Haricot se conserve dans le sol. En portant celui-ci 30 mn à 100°, le virus est détruit. Les jeunes plantules peuvent être contaminées par le virus contenu dans le sol au cours de la semaine qui suit les semailles, mais les symptômes apparaissent beaucoup plus tard.

D'après HUBBELING, dont les conclusions ont été confirmées, les propriétés du virus dans le jus fraîchement extrait sont : température d'inactivation 85° à 90° ; limite de dilution 10^{-5} à 10^{-6} ; le virus résiste à la dessication ; le virus provoque l'apparition de taches nécrosées sur les feuilles de *Nicotiana tabacum*. P.L.

ZANMEYER (W.) et THOMAS (H.R.). — **Pod mottle, a virus disease of beans** (Le « Pod mottle », maladie à virus desa Hricots). *J. agric. Res.*, XXVII, 3, 81-96, 4 fig., 1948 ; *in* : *Rev. appl. mycol.*, 28, p. 1, 1949.

Les auteurs ont observé une grave Mosaïque sur les gousses du Haricot (*Phaseolus vulgaris*) en Caroline du Sud. Le virus a été dénommé *Marmor valvolarum*. Ce virus est voisin du virus de la « Southern bean mosaic ». Il produit des lésions locales sur certaines variétés et une Mosaïque générale chez d'autres. Les auteurs décrivent les symptômes et la transmission héréditaire de la sensibilité. Pratiquement toutes les variétés résistantes à la Mosaïque commune du Haricot réagissaient par des lésions locales avec le virus étudié.

Le virus est inactivé entre 70° et 75° (en 10 mn) à une dilution de 1/100 000 par une solution à 1/250 d'acide nitrique et en 93 J à 18°. Il était encore actif à une dilution de 1/10 000, résistait 62 J à 18°, restait infectieux après un traitement de 30 mn dans l'alcool à 95° dans une solution au 1/100 de formol à 37 p. cent et dans une solution à 5 p. cent de chlorure de sodium. Les recherches immunologiques ne mettent pas en évidence aucune relation entre ce virus et ceux de la « Southern mosaïc » et de la Mosaïque commune. P.L.

ROLAND (G.). — **Les virus des taches bronzées de la Tomate** (*Lycopersicum virus* 3 *Brittle bank*) **et de la Mosaïque du Concombre** (*Cucumis virus I Doolittle*) **sur Dahlia.** *Parasitica*, IV, n° 2, 98-102, 1948.

L'auteur a identifié sur Dahlia les virus des taches bronzées (maladie bronzée *spottedwilt*) de la Tomate et de la Mosaïque du Concombre. Les symptômes du premier ont été observés sur vingt-cinq variétés et se caractérisent par des taches en anneaux, des lignes nécrotiques, des taches pâles, parfois en anneaux, une Mosaïque, une absence totale de symptômes. Le virus de la Mosaïque du Concombre, observé sur quinze variétés, a produit des symptômes souvent légers ou nuls, des mosaïques, un jaunissement internervien acropète, un gauffrage ou un aspect rugueux du limbe. Ce virus paraît rester latent chez de nombreuses variétés, ce qui rend l'utilisation des techniques virologiques indispensable pour sa détection. P.L.

BRANAS (J.). — **Recherches sur la dégénérescence infectieuse de la Vigne.** *Progr. agr et viticole*, 130, 180-188, 1948.

L'auteur rend compte d'expériences destinées à mettre en évidence la transmissibilité de la dégénérescence infectieuse de la Vigne par greffage dans le but de démontrer qu'il s'agit bien d'une maladie à virus. Le passage du sujet au greffon et du greffon au sujet ont été mis en évidence. L'auteur envisage l'existence de deux virus distincts séparables par leur vitesse de transmission différente par greffage (mosaïque et déformation foliaire du *Rupestris* du Lot).

Cette étude fort intéressante apporte, semble-t-il, la preuve de l'origine virologique de la dégénérescence du *Rupestris* du Lot. Ses conclusions paraissent justiciables d'une large extrapolation dont le bien fondé demandera à être vérifié par des expériences analogues sur d'autres clones.

On s'étonnera néanmoins du fait que le clone sain a la note 0,5 au point de vue de la gravité de la dégénérescence. Ceci paraît supposer l'existence de symptômes légers. Les précautions expérimentales très rigoureuses envisagées par l'auteur paraissent écarter les craintes que cette constatation fait immédiatement naître dans l'esprit du lecteur. Le contrôle de l'homogénéité des clones, de l'extériorisation en serre, de l'influence de la décapitation et de l'effet du greffage sont de nature à désarmer les critiques les plus exigeants. P.L.

CATION (D.). — **Transmission of cherry yellows virus complex by seeds** (Transmission du complexe de la jaunisse du Cerisier par la semence). *Phytopatho*, XXXIX, p. 37-40, 1949.

Des semences ont été prélevées sur des « Mahaleb » et « Montmorency » infectés, 10 p. cent des semences de « Mahaleb » transmettaient le virus du « ring spot » et au moins 8 ; 7 p. cent le « cherry-yellows complex ». Ce dernier n'était pas transmis par les semences de la variété « Montmorency », mais 30 p. cent au moins de celles-ci transmettaient le virus du ring-spot. Il est donc important de tenir compte de ce facteur pour le contrôle des porte-greffe. P.L.

ZELLER (S.M.) et MILBRATH. — **Western X disease of Montmorency cherries and its relation to buckskin of sweet cherry** (La « western X disease » du Cerisier « Montmorency » et ses relations avec le buck skin des Cerisiers doux). *Phytopatho*, XXVIII, 11, p. 920, 1948.

Les Cerisiers « Montmorency » infectés par la maladie des petites cerises donnent de petits fruits verts qui mûrissent tard. La transmission au Cerisier doux donne le « Buck skin » et la transmission au Pêcher la « Western X disease ». Ces trois maladies seraient donc provoquées par un même virus qui est celui de la Western X disease du Pêcher. P.L.

STODDARD (E.M.). — **The X disease of Peach and its chemotherapy** (La chimiothérapie de l'« X disease » du Pêcher). *Bull. Conn. agric. exp. Sta.*, 506, p. 3, 19, 1947.

L'X « disease » ou maladie jaune et rouge (*yellow red virosis*), est devenue un problème très menaçant dans le N.E. des Etats-Unis. De plus une maladie semblable, sinon identique existe sur les pêchers et le *Prunus virginiana* dans la moitié nord du pays. L'insecte vecteur n'a pas encore été trouvé.

Le virus est inactivé à 53° et les bourgeons malades traités dans l'eau à cette température ne souffrent pas de dégâts. L'inactivation du virus dans de nombreux greffons malades a été effectuée par immersion dans de nombreuses substances pendant une heure, suivie de rinçage à l'eau. La Quinhydrone, le sulfate de 8-hydroxyquinoléine, l'hydroquinone, le paranitrophénol et la 8-hydroxyquinoléine calcique donnent les meilleurs résultats en réduisant les pourcentages de transmission de 96 à 20, 40, 50 et 60 respectivement. L'action du sulfate de 8 hydroxyquinoléine était très spéciale en ce qu'elle était temporaire.

Au cours d'essais en pots on a constaté que l'injection de substances chimiques à travers la section tranchée de la tige principale permettait une distribution complète dans toute la plante. Des essais en serre ont permis d'immuniser des Pêchers contre des inoculations artificielles d'X « disease » par injection ou par arrosage avec des solutions aqueuses de diverses substances, dont beaucoup donnent de meilleurs résultats quand on les applique, après l'inoculation. Des arbres traités avec le sodium sulphadiazine, sodium sulphamerazine, sulfaguanidine, sulfate de zinc, hydroquinone, disodium et hylénobsdithiocarbamate présentent une immunité considérable dix mois après l'application. Les résultats de traitements avec des extraits de *Prunus Serotina* résistant à la maladie, paraissent suggérer que celui-ci contient une fraction extractible capable d'inactiver le virus. P.L.

CASTELLANI (E.). — **Il mosaic del Fico** (Mosaïque du Figuier). *Riv. Soc. Tosc. Oortic.*, 1947, 5 p., 2 fig., 1948.

Depuis deux ans, les Figuiers, au voisinage de Florence, présentent des symptômes qui s'accordent avec ceux décrits en Californie par CONDIT et HORM. Toutes les variétés croissant dans la région de Florence paraissent sensibles, particulièrement *Verdino*, suivie par ordre de sensibilité décroissante par *Dottato*, *Brogiotto* et *San Piero*. La maladie a été observée également sur le Figuier sauvage (*Ficus caprica* var. *sylvestris*). P.L.

ALIBERT (H.) et MEIFFREN (M.). — **La maladie à virus des Cacaoyers « Swollen shoot ».** *Rev. Mycologie suppl. colon*, XII, 3, 64-70, 1947.

Dégâts moins importants en Côte-d'Ivoire qu'en Gold Coast. Essais de transmission à Abengourou, en Côte-d'Ivoire. *Pseudococcus njalensis* et *P. citri* produisent les premiers symptômes de la forme Kongodia en 40 à 59 et 60 à 63 J respectivement tandis que *P. njalensis* produit la forme *Sonkadrioko* en 28 à 31 J. *Theobroma bicolor* et *Cola chlamidantha* agissent comme réservoirs de virus. La lutte est envisagée par destruction des arbres malades et sélection de clones résistants. P.L.

ROLAND (G.). — **La lutte contre les viroses du Dahlia.** *Parasitica*, 11, nº 4, 163-164, 1947.

L'auteur rappelle que trois virus attaquent le Dahlia : virus de la Mosaïque du Dahlia, virus des taches bronzées de la Tomate et virus de la Mosaïque du Concombre. Il présente un plan de sélection sanitaire. P.L.

MAGEE (C.J.). — **Woodiness or mosaic disease of Passion fruit** (La lignification ou Mosaïque du *Passiflora edulis*). *Agric. gaz. N.S.W.*, IX, 4, 199-202 et 208, 5 fig., 1948.

La maladie envisagée, provoquée par le virus I du Concombre constitue un problème important pour la culture du *Passiflora edulis* en Nouvelle Galle du Sud. En plus des vecteurs déjà signalés l'*Aphis gossypii* transmet aussi le virus qui infecte de nombreuses plantes. L'auteur estime que la transmission par la semence est probable. En l'absence de mesures de lutte préventive l'auteur conseille de restreindre les dégâts en réalisant de bonnes conditions de croissance. La vie d'une plantation doit être limitée à deux ou trois ans. P.L.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

SMITH (F.F.), FULTON (R.A.) et BRIERLEY (Ph.). — **Use of D.D.T. and H.E.T.P. as aerosols, in greenhouses** (Emploi du D.D.T. et du tétraphosphate d'hexaéthyle en aérosols dans les serres). *Agric. chem.*, t. 2, nº 12, p. 28-31, 1947 et t. 3, nº 1, p. 37-39, 1948.

Ces produits ont été essayés en traitement réel des grandes serres. Les aérosols au D.D.T. contiennent 5 p. cent de matière active dissoute dans le dichlorodibromométhane. On les emploie à une dose qui correspond à 180 mg de D.D.T. par m³. Ils ont une action persistante et agissent contre les Thrips, certains Pucerons, les jeunes larves de certaines Cochenilles, les Blattes, les Criquets, les Mille-pattes. Ils ne causent pas de dégâts aux plantes, sauf aux Concombres si le produit contient de la cyclohexanone. Ils n'agissent pas sur les Abeilles qui assurent la pollinisation des Concombres, à condition qu'on les applique au crépuscule, après la fermeture des ruches.

Le tétraphosphate d'hexaéthyle est appliqué à la concentration de 10 p. cent dans le chlorure de méthyle. Il agit à des doses de 10 à 35 mg de matière active par m³. A la dose forte, il atteint l'Araignée rouge des serres, la Mouche blanche, 2 espèces de Cochenilles, 10 espèces de Pucerons ; à 10 mg par m³, il agit encore sur la Mouche blanche et les Pucerons. Il est sans action sur certains Acariens et sur les Escargots. Les œufs d'insectes, les œufs et les stades de repos des Araignées rouges ne sont détruits que si on répète les traitements à trois jours d'intervalle. Le tétraphosphate d'hexaéthyle cause des dégâts aux Tomates et aux Chrysanthèmes ; il est inoffensif pour 130 autres espèces de plantes. On diminue le risque d'action phytocide en opérant à une température supérieure à 20°. Les opérateurs qui effectuent ces traitements doivent porter un masque. M. RAU.

AUSTIN (M.D.) et MASSEE (A.M.). — **Investigations on the control of the fruit red spider mite** (*Metatetranychus ulmi* **Koch**) **during the dormant season** (Recherches sur la lutte contre l'Araignée rouge des arbres fruitiers, *M. ulmi* Koch, pendant l'arrêt de la végétation). *J. pomol. hort. sc.*, 23, 227-253, 1947.

Trois ans de recherches sur la destruction des œufs d'hiver de *Metatetranychus ulmi* sur Pommier ont montré l'intérêt des huiles de pétrole et du dinitro-orthocrésol appliqués en janvier, février et mars. Les essais ont été effectués au verger sur de petites parcelles séparées par des écrans de toile, afin d'éviter l'entraînement des produits d'une parcelle sur l'autre. On a évalué les populations d'Acariens et de leurs œufs, en écrasant les feuilles sur un papier au moyen d'un rouleau de caoutchouc.

Les résultats obtenus avec l'huile de pétrole à 5 p. cent et le dinitrocrésol à 107 g par hl sont semblables. L'addition à l'huile de 2,14 p. cent de dinitrocrésol n'augmente pas son activité. Les différents traitements réduisent dans une forte proportion l'éclosion des œufs d'hiver. Ils ont une plus grande efficacité en février et en mars qu'en janvier.

Une destruction de 97 p. cent des œufs d'hiver n'empêche pas les acariens survivants de donner naissance à une énorme population à la fin de l'été. A ce moment, il n'y a plus de rapport entre la pullulation et le traitement effectué en hiver. Il est donc nécessaire de continuer la lutte contre les Araignées rouges en été. M. RAU.

BROWN (A.W.A.) et HURTIG (H.). — **Organic insecticides for the lesser migratory locust** (Insecticides organiques actifs contre le Criquet *Melanoplus mexicanus*). *J. econ. entom.*, 40, p. 276, 1947.

Plusieurs insecticides organiques ont été essayés en épandage contre les nymphes et les jeunes adultes de ce Criquet. Les doses léthales médianes rapportées à l'ha sont les suivantes pour les produits techniques : H.C.H. à 10 p. cent d'isomère γ, 0 kg 30 ; D.D.T., 1 kg 14 ; chlordane, 0 kg 10 ; dinitro-orthocrésol, 0 kg 22. La phénothiazine est inactive.
M. RAU.

WURGLER (W.). — **Sur les traitements contre la chute prématurée des fruits.** *Rev. romande d'agr.*, 4, n° 7, p. 55-66, 1948.

Le traitement des arbres fruitiers par l'α-naphtyl-acétate de sodium, à la dose de 10 mg par litre d'eau, réduit la chute prématurée des fruits. Une seconde pulvérisation effectuée deux à trois semaines plus tard est parfois nécessaire. La durée de l'action est plus grande si on fait le traitement juste avant le début de la période de chute, que si on le fait plus tard.

Certaines variétés de Poires, telles que Bergamotte espéren et Conférence, restent plus vertes, quand elles ont été traitées. Ce caractère disparaît après la cueillette. Les arbres traités débourrent et fleurissent un peu plus tard le printemps suivant. M. RAU.

PHYTOPHARMACIE

RECKENDORFER (P.). — **Immunisierung als Folge von Schädlingsbekampfung. Ein mikrochemischer Beitrag zur Kenntnis des « eingeschwemmten Kupfers »** (Immunisation des plantes à la suite des traitements antiparasitaires. Contribution microchimique à l'étude du cuivre absorbé par les végétaux). *Pflanzenschutz*, 1, 65-81, Vienne, 1947.

Des recherches chimiques ont été entreprises sur la pénétration du cuivre dans les tissus des plantes traitées. On s'est adressé à des pieds de Haricot dont certaines feuilles étaient plongées dans des solutions diluées de sulfate de cuivre. Des dosages chimiques à l'acide rubéanique $(SCNH^2)^2$ ont permis de retrouver dans les plantes traitées 10^{-8} mg de Cu par cellule. Cette quantité est le double de celle qui existe normalement dans les plantes non traitées. La dose de 10^{-7} mg de Cu est précisément celle qui suffit à tuer une conidie de mildiou. Le cuivre par cellule a été calculé en supposant qu'un cm^2 de surface foliaire contient 800 000 cellules. M. RAU.

LA FORGE (F.B.) et SOLOWAY (S.B.). — **Constituents of pyrethrum flowers. XXI. Revision of the structure of dihydrocinerolone** (Les constituants des fleurs de pyrèthre. XXI : Révision de la structure de la dihydrocinerolone). *J. Am. chem. soc.*, 69, 2 932-2 935, 1947.

La pyréthrolone et la cinérolone contiennent dans leur formule un cycle pentagonal pour lequel on admettait jusqu'à présent les fonctions suivantes fixées sur les différents sommets : en 1, CH^3 ; en 2, une chaîne en C^4 ou C^5 ; en 3, $=O$; en 4, H et OH ; en 5, H^2. Mais en faisant la synthèse de la dihydrocinérolone d'après cette hypothèse, on n'a pas obtenu un corps identique à la dihydrocinérolone d'origine naturelle. On pense que le cycle pentagonal de la dihydrocinérolone doit porter en réalité les fonctions suivantes : en 1, CH^3 ; en 2, la chaîne droite ; en 3, $=O$; en 4, H^2 ; en 5, H et OH. Il est vraisemblable qu'une semblable révision de structure doit être appliquée au cycle de la cinérolone et de la pyréthrolone. M. RAU.

RIEMSCHNEIDER (R.) et KUHNL (A.). — **Vorläufige Mitteilung über neue Kontakt-Insektizide der Halogen-Kohlenwasserstoffklasse** (Communication préliminaire sur les nouveaux insecticides de contact de la classe des hydrocarbures halogénés). *Die Pharmazie*, 3, 115-116, 1948.

Des recherches sur les hydrocarbures halogénés cycliques non aromatiques ont montré qu'une forte teneur en halogène conditionne la valeur de ce groupe de produits. On avait admis précédemment que les bons insecticides hydrocarbures halogénés doivent avoir un poids moléculaire compris entre 270 et 330 ; ceci est surtout vrai lorsque l'hydrocarbure contient au moins une fonction aromatique.

Une recherche d'ensemble, telle qu'elle a été conduite sur les hydrocarbures halogénés aromatiques, est très difficile quand elle s'adresse aux composés cycliques non aromatiques, car la préparation de ces composés avec une forte teneur en halogène se heurte à de grosses difficultés, surtout lorsqu'une séparation d'isomères est nécessaire. Cette étude a cependant mis en évidence la valeur insecticide de l'octochloroendométhyltétrahydroindène et d'un composé voisin fluoré. Il est curieux de remarquer les rapports qui existent entre ces composés et la cantharidine, qui, ayant la même structure générale, ne contient pas de chlore, mais possède 4 atomes d'oxygène et 2 groupements CH^3. M. RAU.

GERTLER (S.J.). — **A review of laboratory tests on the toxicity of some N-substituted benzamides to various insects** (Revue d'essais de laboratoire sur la toxicité de certaines benzamides substituées, envers différents insectes). *U.S. Dep. of Agric., Bur. of entom.*, E. 732, 12 p., 1947.

Les essais ont porté sur 11 espèces d'insectes, parmi lesquels le Carpocapse et *Pyrausta nubilalis*. Les composés les plus efficaces ont été les suivants : orthobenzaniside, 3-nitrobenzanilide, N-butylbenzamide, N-N-dibutylbenzamide, N-sec.butylbenzamide, 1-benzoyl. 2-phénylhydrazine. Ces produits paraissent avoir une assez grande spécificité. Certains présentent une action de synergie avec le pyrèthre. C'est la 1-benzoyl- 2-phénylhydrazine qui pourrait avoir les applications les plus étendues ; elle donne au moins 95 p. cent de mortalité chez 5 espèces sur 11. La N-N- dibutylbenzamide est un répulsif puissant pour plusieurs espèces de Moustiques. M. RAU.

LEPIGRE (A.L.). — **L'oxyde de propylène, nouveau fumigant possible pour la destruction des insectes granivores.** *Ann. de l'Inst. Agricole*, 3, 237-259, Alger, 1947.

L'oxyde de propylène, dont le point d'ébullition est de 33°, est surtout intéressant pour la désinsectisation des silos de grains. Il se volatilise facilement et est beaucoup moins inflammable que le sulfure de carbone. A la dose active (40 g par m³), il est ininflammable. C'est un liquide très mobile, à odeur éthérée, de densité 0,830 à 20°. Ses vapeurs ont un poids spécifique de 2,59. Il n'est pas soluble dans l'eau en toute proportion, mais l'eau absorbe énergiquement ses vapeurs ; il est très soluble dans les corps gras et leurs solvants.

L'oxyde de propylène retarde la germination des grains et il est déconseillé de l'employer sur les grains de semence, avant de nouvelles études. On ne doit pas non plus l'appliquer aux orges de brasserie, car il exerce une action inhibitrice sur les levures. Par contre, il n'a aucune influence nocive sur les qualités des farines et des pâtes provenant des grains traités. Sa toxicité pour l'homme n'est pas supérieure à celle de l'oxyde d'éthylène qui, employé depuis 20 ans, n'a jamais provoqué d'accidents. M. RAU.

EATON (J.K.). — **The formation of phosgene from D.D.T. and related compounds** (Formation de phosgène à partir du D.D.T. et des substances voisines). *Ann. rep. East-M. res. st.* 1946, p. 129-130, 1947.

Des indications ont été données signalant que le mélange de D.D.T. et d'oxychlorure de cuivre pourrait donner naissance à du phosgène $COCl_2$. Le processus de cette formation comporterait la transformation du p.p' D.D.T. en dichlorodiphényldichloréthylène qui, combiné avec une molécule d'oxygène, donnerait de la p'p' dichlorobenzophénone et du phosgène.

L'expérience ne confirme pas cette information, car le D.D.T. ou les substances voisines ne dégagent pas de phosgène lorsqu'on les chauffe avec de l'oxychlorure de cuivre ou avec du dinitro-orthocrésol. Seul le mélange très oxydant du bichromate de potasse avec l'acide sulfurique peut oxyder le D.D.T. au point de former du phosgène. D'autre part, aucune oxydation n'a été capable de transformer le dichlorodiphényldichloréthylène en dichlorobenzophénone et en phosgène. M. RAU.

RUBIN (M.), BIRD (H.R.), GREEN (N.) et CARTER (R.H.). — **Toxicity of D.D.T. to laying hens** (Toxicité du D.D.T. envers les Poules pondeuses). *Poultry sc.*, 26, 410-413, 1947.

Lorsque la nourriture des Poules contient 310 mg de D.D.T. par kg., la production des œufs diminue ; à la dose de 620 mg ; ceux-ci n'éclosent pas tous ; à la dose de 1 g 25, les poules meurent en 12 semaines. La teneur des œufs en D.D.T. augmente avec la consommation du produit, jusqu'à un maximum qui correspond à la dose de 1 g 25. Cette teneur n'est qu'une faible fraction de celle que le produit atteint dans les tissus adipeux de la Poule ; l'oiseau est plus atteint par le toxique que ses œufs ; ceci explique que la production des œufs diminue plus vite que leur faculté d'éclosion.

L'analyse indique la présence de chlore organique dans les œufs de toutes les poules qui ont absorbé du D.D.T. ; les teneurs des œufs en D.D.T. varient de 0 g 18 à 0 g 36 par kg. Dans les tissus des Poules ayant reçu pendant 44 jours 2 g 5 de produit par kg de nourriture, on a retrouvé à l'analyse : 0 g 12 de D.D.T. par kg de muscle, 1 g 15 par kg de rein et 13 g 69 par kg de graisse. M. RAU.

IMPRIMERIE CHAIX (SUCCURSALE B). — 3137-50. — DÉPÔT LÉGAL N° 665. — 2e TRIMESTRE 1950.
Le Gérant : FRANÇOIS DUNOD. — DÉPÔT LÉGAL N° 2172. — 2e TRIMESTRE 1950.

RECHERCHES SUR LE FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN DE LA POMME DE TERRE EN FRANCE *CORYNEBACTERIUM SEPEDONICUM* (S. ET K.) SKAPT. ET BURKH.

PAR

M. LANSADE

Maître de Recherches à la Station Centrale de Pathologie Végétale de Versailles, Institut National de la Recherche Agronomique.

SOMMAIRE

I. — Introduction. Généralités.
II. — Symptômes de la maladie.
III. — Nature bactérienne de la maladie.
IV. — Hôtes expérimentaux de *Corynebactèrium sepedonicum*.
V. — Incidence du Flétrissement bactérien sur le rendement.
VI. — Transmission héréditaire et dispersion du Flétrissement bactérien.
VII. — Possibilités de traitement chimique.
VIII. — Résistance variétale.
IX. — Résumé et Conclusions.
Bibliographie.

I. — INTRODUCTION. GÉNÉRALITÉS

Dès 1934, MM. Duboys, Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Rennes et Foex, Directeur de la Station Centrale de Pathologie Végétale, se sont intéressés à l'étude d'une maladie de la Pomme de terre qui s'étendait sur la variété « Institut de Beauvais »; elle se manifestait toujours par un flétrissement de l'ensemble de la plante et par la décomposition plus ou moins complète des tubercules en terre. Les dégâts constatés chez le producteur, souvent de l'ordre de 20 à 30 p. cent de la récolte, s'aggravaient sensiblement, l'année suivante, chez l'utilisateur de plant.

Quelque temps après, la variété « Ackersegen », à son tour, était atteinte et, plus récemment, la maladie a pu s'étendre à d'autres variétés.

Des caractères particuliers en font une affection bien différente de celles qui se développent communément, en France, sur la Pomme de terre ; par l'ensemble de ses symptômes, flétrissement et pourriture, elle peut rappeler les attaques de *Bacterium solanacearum* E.F. Sm. (E.F. Smith, 1905) ; cependant, les recherches engagées d'abord dans cette voie ne devaient pas aboutir ; on put observer la présence de bactéries et de champignons (*Fusarium*) dans les tiges flétries ; une bactérie active (*B. xanthochlorum* Schuster) fut isolée de tubercules altérés (Foex Et. et Lansade M., 1936) ; nous verrons, au cours de ce travail, dans quelle mesure cette première approximation pouvait se justifier.

Un peu plus tard, en 1938-1939, il fut possible d'isoler en culture pure une bactérie pathogène provoquant, à la fois, le flétrissement de la plante et la pourriture des tubercules. Simultanément, plusieurs travaux consacrés à l'étude d'une maladie apparemment analogue étaient publiés au Canada et aux Etats-Unis ; les auteurs ont fait usage de désignations qui évoquent les symptômes de la maladie :

Bacterial wilt, Flétrissure bactérienne, Flétrissure bactérienne et pourriture molle (Baribeau B.) (1931, 1935, 1937).

Bacterial wilt and rot (Savile D.B.O.), Racicot (H.N.) (1937).

Bacterial wilt and soft rot (Bonde R.) (1937).

Ring rot et pourriture du cerne : Congrès de Colombus, Ohio (1939).

Bacterial ring rot of Potatoes : Burkholder (W.H.) (1942).

On n'a pas tardé à rapprocher les altérations de tubercules de celles décrites en Allemagne par Appel (1906) et Spieckermann (1913) sous le nom de Bakterienringkrankheit ou Bakterienringfaüle et attribuées à une bactérie, *Bacterium sepedonicum* Spieckermann et Kotthoff.

En 1937, Savile (D.B.O.) et Racicot (H.N.), aux Etats-Unis, ont isolé une bactérie gram-positive capable, par inoculation, de reproduire les symptômes de la maladie ; par ses principaux caractères, elle s'apparentait à *Phytomonas michiganensis* et à *Bacterium sepedonicum*. Un peu plus tard, Skaptason (J.B.) et Burkholder (W.H.) (1942), Dowson (W.J.) (1942) ont rangé cet organisme dans le genre *Corynebacterium* Lehmann et Neumann.

La dénomination « Flétrissement bactérien de la Pomme de terre » était proposée en France en 1942 ; elle reconnaissait une part prépondérante aux symptômes de flétrissement.

Les recherches poursuivies depuis une dizaine d'années ont permis de réunir un ensemble de résultats cohérents qui autorisent à homologuer la maladie à celle décrite Outre-Atlantique.

II. — SYMPTOMES DE LA MALADIE

Les symptômes les plus typiques s'extériorisent généralement tard, après la floraison, quand la plante arrive sur son déclin : en juillet-

FIG. 1. — Flétrissement bactérien de la Pomme de terre, premiers indices et stade final. Variété « Institut de Beauvais ».

août, parfois même en septembre seulement, on distingue des plantes dont les feuilles perdent leur turgescence, pâlissent lentement et pendent le long de la tige qui se courbe et s'affale. On assiste à un flétris-

FIG. 2. — Flétrissement bactérien ; plante malade et plante saine. Variété « Institut de Beauvais ».

sement apparemment brusque, mais en fait, l'on peut saisir beaucoup plus tôt les premiers indices : les folioles de la base de la plante, puis successivement celles des étages plus élevés jaunissent sur le bord ; la marge du limbe ne tarde pas à se nécroser ; le flétrissement brusque se manifeste généralement lorsque la moitié au moins des feuilles présentent ces symptômes ; entre temps, il est fréquent de constater que les sommets des plantes gardent longtemps une teinte d'un vert plus foncé que le vert normal (*fig.* 1).

Le flétrissement des feuilles progresse de bas en haut, régulièrement si l'on considère les feuilles situées sur une même génératrice ; il peut n'affecter que les feuilles placées d'un même côté de la tige ou n'atteindre qu'une partie de la touffe ; le cas général est un flétrissement complet de la plante (*fig.* 2).

Aux symptômes visibles sur le feuillage sont liés d'autres caractères apparents sur les tubercules ; ceux-ci, pendant toute leur période de croissance, sont le siège constant d'altérations ou de pourritures. Les lésions sont un peu différentes selon que l'on examine les tubercules jeunes ou ceux, au contraire, qui arrivent à la maturité.

Les pourritures de tubercules commencent dès que les symptômes sont visibles sur les feuilles de base, longtemps avant le flétrissement complet de la plante.

A la surface d'un tubercule jeune de la variété « Institut de Beauvais », on note la présence de plages marron clair, plus ou moins étendues, situées souvent autour du point d'attache du tubercule au stolon ou au niveau des yeux qui sont tués ; très généralement, la surface des tubercules est sillonnée de profondes crevasses qui laissent exsuder une mucosité blanche ou blanc jaunâtre (*fig.* 3, 4, 38).

Sur la coupe du tubercule, la désorganisation de la chair peut présenter plusieurs aspects :

1° Des cavités plus ou moins larges, remplies d'un mucus blanchâtre, beige ou crême-jaunâtre, sont disposées en cercle dans la région vasculaire du tubercule ; cette zone de tissus altérés sépare l'écorce de la moelle (*fig.* 3, 4).

2° L'ensemble de la chair, ou seulement des plages irrégulièrement réparties, sans offrir la texture d'une pourriture molle, cèdent sous la pression comme le ferait la chair d'un fruit mûr ou d'une pomme de terre cuite.

3° L'écorce du tubercule demeure intacte, mais la partie interne (moelle) est entièrement liquéfiée ; un liquide noirâtre, visqueux, filant, d'odeur désagréable, persiste dans la coque ou s'en échappe par les crevasses ; le tubercule devient creux (*fig.* 5).

Les tubercules atteints tardivement, en fin de végétation, sont souvent d'apparence saine ; les symptômes extérieurs sont peu visibles et le mal peut n'apparaître que sur la coupe sous la forme d'une ligne

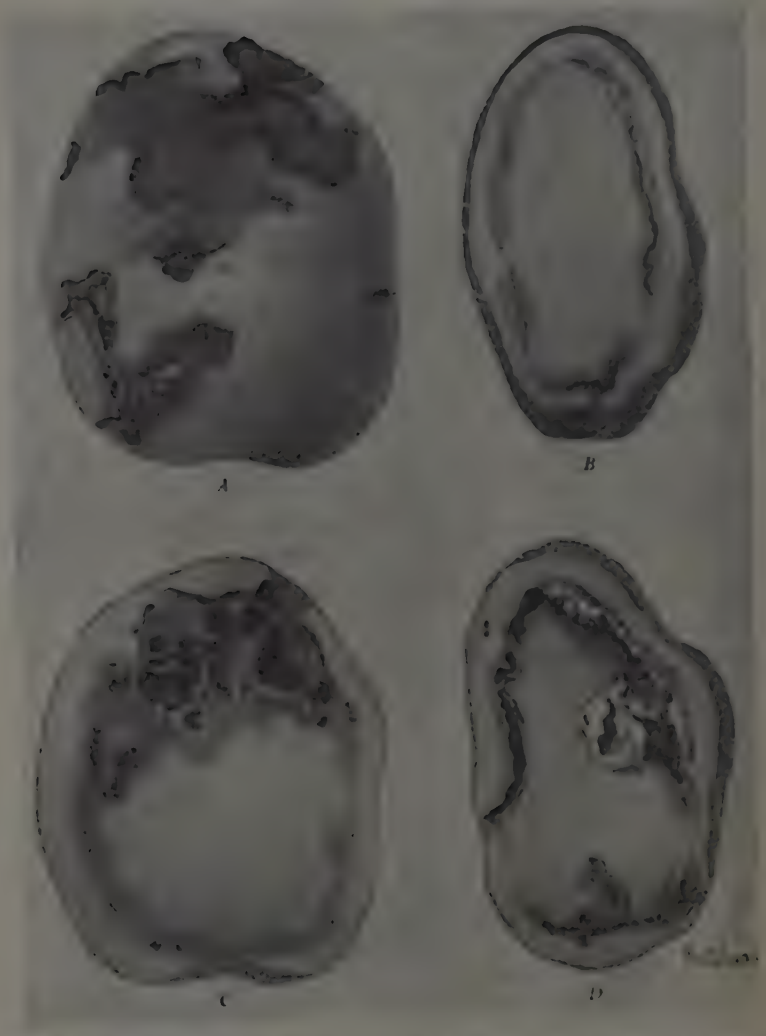


Fig. 3. — Caractères des différents états de tubercules. A-C : tubercules jeunes. B-D : tubercules parvenus à maturité. Variété « Institut de Beauvais ».

jaunâtre, étroite, tout le long de l'anneau vasculaire ; à ce niveau, les tissus altérés se séparent facilement ; à la pression, cette région laisse exsuder un mucus jaunâtre (*fig.* 3, B).

Il est encore des cas où ces caractères ne se remarquent qu'en des zones très étroites, autour des faisceaux vasculaires ; on trouve enfin des exemples de tubercules infectés où la diagnose à l'œil nu n'est pas possible.

Certains tubercules, choisis parmi ceux qui présentent le caractère

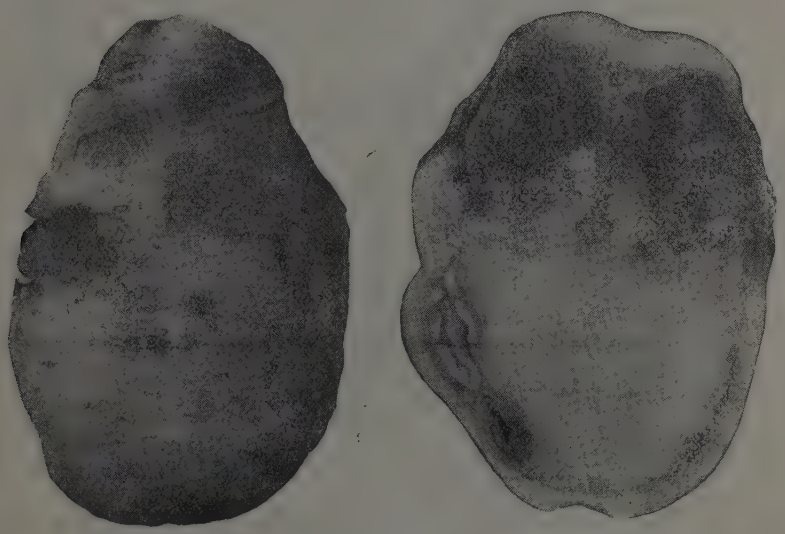


FIG. 4. — Caractères des altérations de tubercules : crevasses profondes, pourriture du cerne.

D'après une aquarelle de Mlle O. Staffler

dit de l' « anneau jaune » ou du « cerne jaune », sont encore capables de germer ; exposés à la lumière, ils verdissent plus lentement que les tubercules sains, germent plus tard et donnent naissance à une certaine proportion de plantes anormales ; elles ont notamment un feuillage vert foncé et des entre-nœuds courts ; elles conservent longtemps un faciès rabougri, une forme tassée que l'on désigne parfois sous les termes de « nanisme », « rosette », ou « court-noué » (*fig.* 6 *et* 7). La mort de ces plantes survient assez vite, avant même qu'elles n'aient pu former leurs tubercules ; s'il s'en constitue, ils deviennent le siège d'une pourriture molle. Ainsi, d'elle-même, la maladie peut s'éteindre en deux ou trois ans.

Flétrissement, pourriture, nanisme, sont les trois aspects liés d'une même affection (*fig.* 8) ; ils peuvent coexister dans une même culture.

les plantes à entre-nœuds courts apparaissent les premières, dès la levée, les flétrissements plus tard, après la floraison ou le stade correspondant chez les variétés qui ne fleurissent pas.

Il est encore des cas où le nanisme n'affecte qu'une tige de la touffe ; les autres pousses montreront ultérieurement un flétrissement tardif (*fig.* 6).

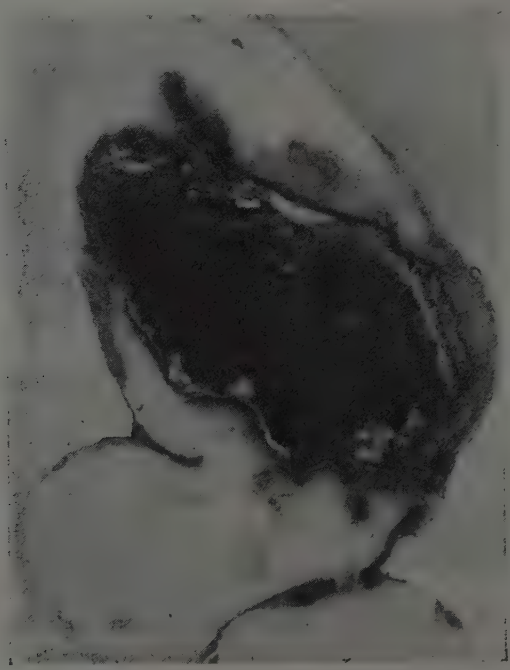


Fig. 5. — Autre type d'altération : destruction de la région médullaire du tubercule. Variété « Institut de Beauvais », 1943.

Fluorescence en lumière ultra-violette. — Les tubercules les moins atteints par le flétrissement bactérien émettent, sur la coupe, une vive fluorescence bleu-verdâtre sous l'action de la lumière ultra-violette.

Un examen effectué en décembre 1949 (1) a permis d'observer ce caractère sur des tubercules appartenant à plusieurs variétés.

(1) Observations faites au moyen d'une lampe à vapeur de mercure (3 000 lumens, 75 watts) munie d'un verre de Wood, mise obligeamment à notre disposition par la Station Centrale de Zoologie agricole.

TABLEAU I.

Examen en lumière ultra-violette.

Variétés	Tubercules examinés	Tubercules à vive fluorescence	Tubercules à fluorescence faible ou diffuse
« Institut de Beauvais ». Témoin sain	25	0	0
« Institut de Beauvais ». Tubercules malades	22	21	1
« Libertas »	31	30	1
« Prummel P. 202 »	61	60	1
« Record »	10	10	0
« 44-H. 41 »	19	19	0
« Furore »	15	0	0
Variétés diverses	8	8	0
« Institut de Beauvais » infectée par la souche F^3	6	5	1
« Institut de Beauvais » infectée par la souche F^4	5	2	3

FIG. 6. — Symptômes de seconde année : une plante ayant, à gauche, une tige à entre-nœuds courts. Variété « Institut de Beauvais ».

Chez toutes ces variétés, la fluorescence est très vive à la base du tubercule en bordure du cerne nécrosé de l'anneau vasculaire ; plus loin, vers le sommet, elle se localise en des points séparés correspondant

aux faisceaux libéro-ligneux. La fluorescence est surtout très distincte là où les symptômes d'altération sont apparents.

La délimitation des régions fluorescentes se superpose à des zones dans lesquelles la fécule est rare ou absente, ce dont on peut se rendre

FIG. 7. — Plante à entre-nœuds courts issue d'un tubercule malade ; 28 juillet 1938.

compte en exposant à la lampe une coupe de tubercule traitée à l'eau iodée, puis lavée à l'eau courante.

La fluorescence en lumière ultra-violette apparaît également dans les tubercules envahis par l'*Alternaria solani* Sorauer et s'y manifeste sur un liseré étroit à la limite de la lésion, dans une région où la fécule fait défaut ; elle se révèle encore très nette dans les tubercules mildiousés [1] (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) ; dans ce dernier cas,

[1] Il s'agit de tubercules mildiousés dans les conditions naturelles mais chez lesquels la présence du mycélium et des suçoirs de *P. infestans* au sein des tissus a été vérifiée.

les plages fluorescentes, plus diffuses, sont dispersées dans les régions apparemment saines des tissus atteints ainsi qu'en bordure de ceux-ci ; elles correspondent encore à des îlots de cellules à grains de fécule petits et rares. La fluorescence reste nulle dans la moelle où le parasite n'est pas encore parvenu.

Les tubercules atteints de « Fusariose » (*Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc.) n'émettent aucune fluorescence.

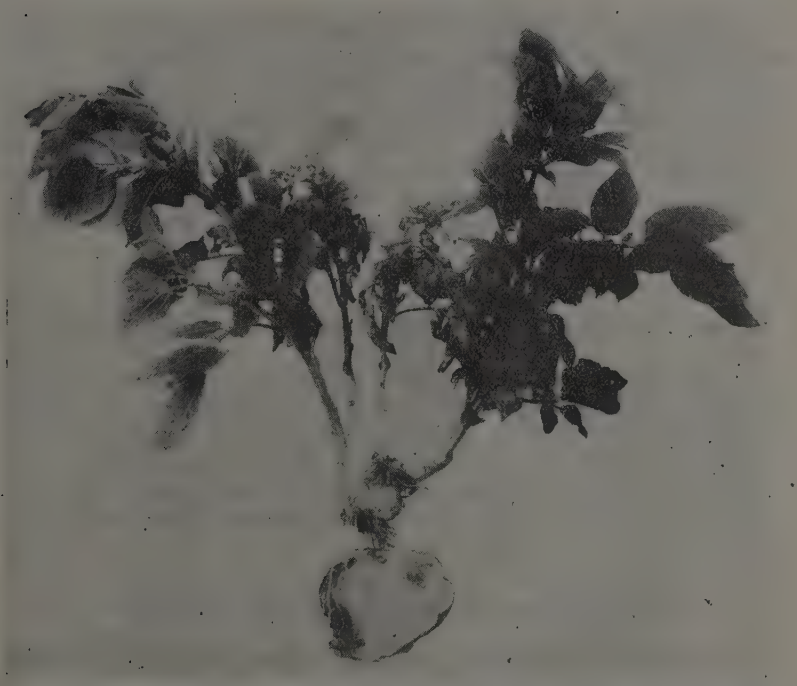


FIG. 8. — Un tubercule mère atteint de la pourriture du cerne a donné des tiges à entre-nœuds courts et des tiges normales ; les tubercules nouveaux sont déjà le siège d'une pourriture. Variété « Institut de Beauvais », juillet 1937.

La fluorescence en lumière ultra-violette, si remarquable par son intensité, n'est donc pas un caractère propre au flétrissement bactérien, mais sa localisation fréquente — comme celle des altérations — dans les tissus périvasculaires des tubercules peut apporter une aide précieuse dans la diagnose, souvent difficile, de la maladie.

L'examen des tubercules en lumière ultra-violette a été préconisé comme méthode de détermination du « Ring rot » ; HARVEY (R.B.) (1941), IVERSON (V.E.) et HARRINGTON (F.M.) (1942), KREUTZER (W.A.) et MCLEAN (J.G.) (1943) ont attiré l'attention sur ce caractère et SKAPTASON (J.B.) (1943) a pu montrer que cette propriété était liée

à la présence de riboflavine, substance plus abondante dans les tubercules malades que dans les tubercules sains.

La spécificité de ce caractère a été mise en doute par FLINK (L.H.) et EDGERTON (C.W.) (1941) qui ont observé la fluorescence dans d'autres cas de pourriture de la Pomme de terre (*Fusarium eumartii*) et par NEWTON (W.) et JONES (W.) (1945) à propos de la fluorescence des tubercules et des fruits soumis à l'action du froid.

Par l'ensemble des symptômes, la maladie étudiée en France correspond bien à celle décrite aux Etats-Unis et au Canada ; par certains de ses traits, elle rappelle aussi la Verticilliose (*Verticillium alboatrum* R. et B.) : progression de bas en haut dans les tiges, non généralisation obligatoire à l'ensemble de la touffe, mais elle s'en distingue par un flétrissement souvent plus brusque d'un feuillage encore turgescent et par les pourritures des tubercules qui n'accompagnent jamais la Verticilliose ; cependant, pendant longtemps en France, il semble que l'on ait attribué le caractère du « cerne jaune » à la Verticilliose.

III. — NATURE BACTÉRIENNE DE LA MALADIE

Des faits nombreux qui plaident en faveur de l'origine bactérienne de la maladie sont tirés d'une série d'observations et d'expériences ; ils se rapportent à l'étude anatomique des plantes malades, à la contagiosité comparée des différentes pourritures de tubercules, à des essais d'inactivation de l'exsudat infectieux de tubercules malades, enfin, à l'isolement en culture pure et à l'étude expérimentale de germes pathogènes.

A. Etude anatomique des plantes malades.

Des coupes histologiques dans les différents organes de plantes atteintes de flétrissement révèlent toujours la présence de bactéries localisées dans les vaisseaux ; on les observe facilement soit dans les tissus fixés et colorés, soit sur des coupes montées dans l'eau.

Les tubercules présentant le symptôme de l'anneau jaune renferment des bactéries très abondantes dans les régions vasculaire et périvasculaire désorganisées (*fig.* 9) ; certains éléments bactériens prennent le *Gram*. Au milieu des zooglées bactériennes, on retrouve des cellules disjointes et des restes de membranes. L'emploi de la thionine à la soude sur des coupes fixées au mélange de Duboscq-Brasil permet de bonnes préparations.

Dans les tubercules très atteints, les bactéries sont présentes dans tous les vaisseaux ; elles atteignent les bourgeons et quand ceux-ci commencent à se développer, il n'est pas rare que leurs vaisseaux soient déjà envahis.

FIG. 9. — Coupe dans la région vasculaire d'un tubercule malade ; présence de bactéries (matériel fixé, coupe colorée à la thionine).

Les bactéries existent également dans les vaisseaux des racines et des radicelles ; les tiges et les stolons, enfin, donnent lieu à des observations analogues (*fig.* 10).

Dans la tige, ce sont d'abord les vaisseaux ligneux de formation primaire, puis ceux de formation secondaire qui sont envahis ; la pro-

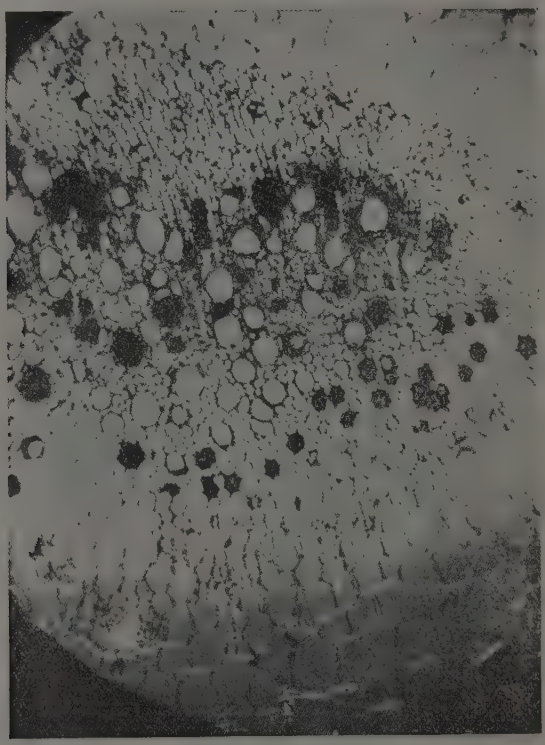


Fig. 10. — Microphotographie d'une coupe transversale de tige de Pomme de terre malade montrant des vaisseaux du bois remplis de bactéries. Variété « Institut de Beauvais », juin 1940.

portion de vaisseaux atteints dépend de l'intensité de l'attaque, de son ancienneté et du niveau des coupes (*fig.* 11) ; chez une plante complètement flétrie, les bactéries sont présentes jusqu'au sommet de la tige ; on les trouve aussi dans les pétioles des feuilles ; une foliole qui commence à se flétrir peut déjà renfermer des bactéries dans son pétiole : le désordre n'a qu'une faible avance sur la progression des microbes et l'on paraît être en présence d'un agent patho gènedoué d'une action lente.

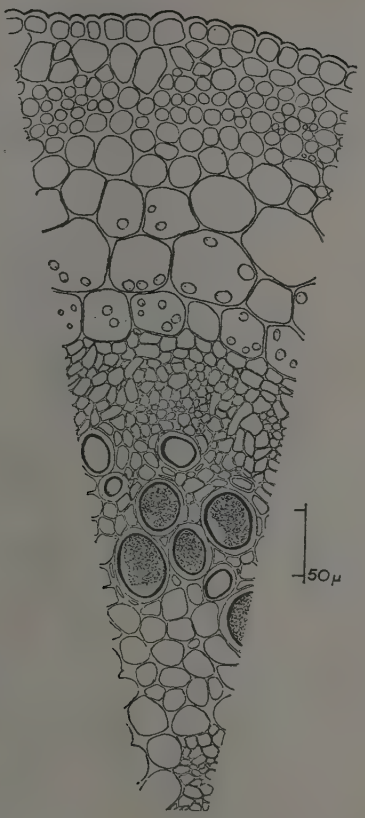


FIG. 11. — Coupe dans une tige de Pomme de terre atteinte de Flétrissement bactérien ; bactéries dans les vaisseaux ligneux.

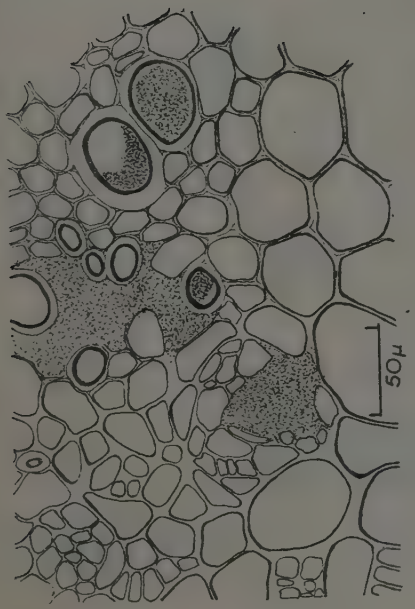


FIG. 12. — Coupe dans une tige de Pomme de terre atteinte de Flétrissement bactérien ; formation de lacunes dans le liber.

Les bactéries atteignent parfois les tissus libériens pour y former des cavités ou lacunes assez caractéristiques ; toutefois on ne les observe qu'à partir d'un stade déjà avancé de la maladie (*fig.* 12).

B. Contagiosité des différents types de pourriture de tubercule.

Des essais préliminaires réalisés en 1939 ont montré que la maladie pouvait se transmettre par contamination du tubercule-mère ; la fric-

Fig. 13. — Flétrissement expérimental résultant de l'inoculation du tubercule-mère par l'exsudat d'un tubercule à cerne jaune. Plantation : mars 1941 ; photographie : juin 1941. Variété « Institut de Beauvais ».

tion de la coupe d'un tubercule sain par celle d'un autre présentant le symptôme de l' « anneau jaune » entraîne le développement de la maladie dans la nouvelle touffe issue du tubercule artificiellement contaminé (*fig.* 13).

En raison de la diversité des pourritures de tubercules, dont certaines offrent tous les caractères de celles qui sont causées par des

bactéries du type *E. phytophthora* ou *E. carotovora*, il était utile de vérifier leur pouvoir infectieux en les inoculant directement à des tubercules coupés.

Des lots de 8 à 12 tubercules de la variété « Institut de Beauvais » ont été tranchés en deux et contaminés par friction au moyen de tubercules altérés récoltés en 1942 ; les tubercules d'épreuve ont été plantés en pleine terre en 1943. L'examen à la récolte a permis de recueillir les éléments qui sont consignés dans un tableau.

TABLEAU II.

Contagiosité des différents types d'altération du tubercule.

Pourritures éprouvées	Tubercules d'épreuve	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%	Pourritures obtenues
1. Tubercule sain, prélevé dans pied sain	12	0	0	114	0	0	
2. Pourriture jaune typique localisée sur l'anneau vasculaire	9	8	88	65	38	58	Pourriture variable, toujours annulaire ; souvent p. molle, précoce, complète.
3. Pourriture gris-beige, anneau vasculaire lacuneux, dans pied apparemment sain à la récolte.	11	10	90	74	35	47	Décomposition typique avec crevasses, éclatements, anneau marron.
4. Tubercule sain prélevé dans pied atteint.....	12	0	0	107	0	0	
5. Anneau blanc-jaunâtre pâle ou très pâle, de pied atteint.....	12	9	75	71	38	53	Décomposition variable avec crevasses de la peau typiques.
6. Suintement blanchâtre localisé aux faisceaux vasculaires	9	7	77	49	19	38	Pourriture en général très accentuée.
7. Pourriture interne, molle ; liquide brun-jaunâtre.....	8	0	0	50	0	0	
8. Même cas, tubercule plus altéré, anneau envahi par divers organismes ; mucosité marron	11	8	72	61	24	39	Décomposition souvent totale ou bien anneau et centre du tubercule spongieux, beige.
9. Très faible suintement blanchâtre localisé aux faisceaux vasculaires..	12	9	75	51	28	54	
10. Tubercule sain témoin.	11	0	0	84	0	0	

Ces résultats ont donné lieu à des déductions importantes :

1° Une touffe malade peut produire à la fois des tubercules infectieux et des tubercules indemnes ; la maladie n'est pas généralisée.

2° Les pourritures molles ne sont pas contagieuses.

3° Les altérations de teinte jaune ou gris-beige, localisées sur l'anneau ou n'affectant que les faisceaux vasculaires, sont susceptibles de transmettre la maladie ; elles demeurent contagieuses après l'hiver.

4° Des lésions à peine visibles peuvent héberger le parasite.

C. Essais d'inactivation de l'exsudat de tubercule malade.

Des tubercules présentant sur la coupe le caractère de l'anneau jaune ou une désorganisation de même teinte, ont été broyés ; des fractions du jus extrait à la presse ont été soumises à des expériences de filtration et de chauffage à différentes températures. Deux séries d'essais, en 1941 et 1943, ont donné des résultats comparables.

Tableau III.

Essai 1941.

	Tubercules d'épreuve	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%
Témoin, tubercules non inoculés	20	0	0	64	0	0
Tubercules inoculés par friction	20	20	100	62	42	67
Tubercules inoculés par jus brut	20	16	80	105	36	34,2
Tubercules inoculés par jus filtré sur bougie Chamberland L.3	30	0	0	139	0	0
Jus chauffé 15 min à 50°	20	1	5	97	1	1
Jus chauffé 15 min à 60°	20	3	15	111	10	9
Jus chauffé 15 min à 70°	20	12	60	113	35	31
Jus chauffé 15 min à 80°	20	12	60	84	28	33
Jus chauffé 15 min à 115°	20	0	0	139	0	0

Il est possible que la progression des pourcentages d'infection entre 50° et 70-80° soit la conséquence d'une action sélective de la température sur des souches d'inégale virulence.

Tableau IV.

Essai 1943.

	Tubercules d'épreuve	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%
1. Tubercules sains, non inoculés	8	0	0	65	0	0
2. Tubercules inoculés par la mucosité complexe	7	5	71	47	11	23
3. Tubercules inoculés par jus brut de tubercules à anneau jaune. *Sur tubercules coupés*	8	5	62	30	11	36
4. — *Sur tubercules entiers*	8	7	87	30	18	60
5. Tubercules inoculés par jus filtré sur terre d'Infusoires	8	3	37	58	7	12
6. Tubercules inoculés par jus filtré sur terre d'Infusoires et sur bougie L.3	23	0	0	150	0	0

Ces essais montrent qu'il est possible d'éliminer l'agent pathogène par un chauffage à température assez élevée ou par la filtration sur bougie Chamberland L.3, deux arguments qui viennent à l'appui de l'hypothèse bactérienne.

D. Isolement, caractérisation, étude expérimentale des agents pathogènes.

1. Généralités.
2. Technique d'isolement en culture pure.
3. Caractérisation et identification des souches :
— souches de flétrissement : 33 B, 38 B, 51 B, C4.
— souches de pourriture molle : 406, Z2.
4. Etude expérimentale des souches.
5. Conclusions.

1. Généralités.

Dès 1937, nous eûmes l'impression que les altérations de tubercules, sinon les flétrissements eux-mêmes, avaient une origine bactérienne ; des isolements tentés à cette époque à partir de tubercules en voie de décomposition ou de tiges flétries nous avaient donné plusieurs souches du type *Erwinia phytophthora* Holland ou *Erwinia carotovora* (Jones) Holland ; leur activité sur des tranches de pomme de terre crue ou sur des tubercules entiers, nouveaux, séparés de la plante, donnaient des raisons de croire que les organismes de ce groupe jouaient un rôle actif ; la souche 406, prise comme exemple, sera étudiée en détail pour montrer sa part probable dans le flétrissement bactérien de la Pomme de terre. Nous y rattacherons le cas de *B. xanthochlorum* Schuster étudié antérieurement (1936).

Plus tard, en 1940-1941, des isolements plus nombreux, réalisés à partir de tubercules montrant les symptômes très légers de « l'anneau jaune » nous ont conduit à l'étude de bactéries à croissance très lente, gram-positives, capables par inoculation de déterminer le flétrissement des tiges et d'entraîner la décomposition des tubercules liés à la plante ; ces bactéries ne montraient aucune activité sur la tranche de pomme de terre crue. Plusieurs souches, désignées provisoirement sous leur numéro d'ordre : 33 B, 38 B, 51 B, C4, D4, D5, F3, ont été cultivées en 1940, 1941, 1945 et 1948 ; les premières feront l'objet d'une étude détaillée.

2. Technique d'isolement en culture pure.

La méthode couramment adoptée est celle, classique, des prélèvements aseptiques à la marge des lésions et des ensemencements sur milieux nutritifs ; après incubation, les souches sont isolées par la méthode des dilutions sur gélose en plaques.

On a employé, successivement, les milieux suivants :

a) Gélose peptone simple :

Peptone	10 g
Chlorure de sodium	5 g
Gélose	15 g
Eau distillée	1 000 g

On neutralise par la soude à 10 p. cent.

b) Gélose BURKHOLDER (W.H.) (*Amer. Potato Journal*, XV, p. 243-245, 1938).

Bouillon de pomme de terre	1 l
Peptone	5 g
Phosphate de sodium	2 g
Chlorure de sodium	2 g
Citrate de sodium	1 g
Asparagine	6 g
Glucose	6 g
Gélose	12 g

c) Gélose DYKSTRA (T.P.) (*Amer. Potato Journal*, XIX, p. 175-196, 1942).

Pommes de terre pelées et coupées	800 g
Peptone	5 g
Glucose	6 g
Extrait de levure	1 g
Gélose	12 g
Eau	1 000 g

d) Milieux sélectifs.

L'addition de bichromate de potassium ou de bichromate de sodium aux milieux de base, selon les indications de MALLMANN (W.L.), BOTWRIGHT (W.E.), CHURCHILL (E.S.) (*R. A. M.*, XXI, p. 365, 1942), d'une part, et MARTEN (E.A.), LOWTHER (C.N.), LEACH (J.G.) (*Phytopathology*, vol. 33, p. 406, 1943) d'autre part, a facilité les isolements en entravant le développement des bactéries gram-négatives. Le bichromate de sodium a été employé à la concentration de 1/10 000e ou 1/5 000e ; les bactéries gram-positives associées au flétrissement de la pomme de terre supportent bien la concentration 1/5 000e.

3. Caractérisation et identification des souches de flétrissement : 33 B, 38 B, 51 B, C4.

La caractérisation des souches de flétrissement de la Pomme de terre a été conduite parallèlement à celle de divers organismes bactériens parasites des plantes :

— *Pseudomonas xanthochlora* (SCHUSTER) STAPP (*Bactérium xanthochlorum* SCHUSTER).
— *Pseudomonas phaseolicola* (BURHKOLDER) DOWSON (*Phytomonas medicaginis* var « phaseolicola » BURKHOLDER.
— *Pseudomonas syringae* VAN HALL (*Bacterium Syringae* ERW. SMITH).
— *Pseudomonas mori* (BOYER et LAMBERT) STEVENS (*Bacterium mori*, B. et L.).
— *Xanthomonas juglandis* (PIERCE) DOWSON (*Bacterium juglandis* ERW. SMITH).
— *Xanthomonas phaseoli* (ERW. SMITH) DOWSON (*Bacterium phaseoli* ERW. SMITH).
— *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND (*Bacillus carotovorus* JONES) (*Bacillus phytophthorus* APPEL).

SOUCHE 33 B

Forme, dimensions (*fig.* 14). — Bâtonnets très courts, arrondis aux extrémités, souvent de forme irrégulière, isolés ou par deux, rarement en chaînes courtes (caractères notés sur gélose DYKSTRA de 3 jours, vérifiés sur gélose BURKHOLDER de 9 jours) ; mesurant : 0 μ 83 (1,4 — 0,4) × 0 μ 42 sur gelose DYKSTRA (3 jours), en coloration simple au violet de gentiane.

: 1 μ 44 (1,26 — 1,68) × 0 μ 82 (0,56 — 1,12) sur milieu additionné de saccharose.

Non mobile, cils non colorables par la méthode de VAN ERMENGEM. Gram + sur cultures âgées (gélose DYKSTRA, 26 jours, normale ou additionnée de glycérine) ;

Gram — sur cultures jeunes ; non acido-résistante, pas de spores.

Caractères culturaux (caractères observés à 20°). — *Gélose peptone simple en tubes inclinés :* colonies visibles au bout de 4-5 jours ; colonies très petites, muqueuses, blanc-jaunâtre ; 11 jours : développement muqueux s'étalant sur les bords, marge plus claire ; sédiment dans l'eau de condensation ; 19 jours : mucus crème-jaunâtre, étalé, lisse, brillant, sédiment abondant.

Gélose peptone Dykstra *en tubes inclinés :* 6 jours : colonies jaune-crème, brillantes, humides, visqueuses.

Gélose Burkholder *en tubes inclinés :* pas de développement avant 9 jours ; colonies devenant très visqueuses, crème-jaunâtre, lisses, brillantes, étalées.

Gélose Burkholder *en plaques* (*fig.* 15) : dimensions des colonies au bout de 10 jours : 348 µ (199-498). Colonies rondes, convexes, lisses, bord entier, jaunâtres. Colonies dans la gélose, lenticulaires ou rondes, petites : 166 µ (83-249).

Gélatine peptone simple : liquéfaction nulle ou très lente, en entonnoir.

Gélatine Burkholder *en tubes droits :* croissance apparente au bout de 48 h ; pas de liquéfaction en un mois (vérifié en 1943 et 1948).

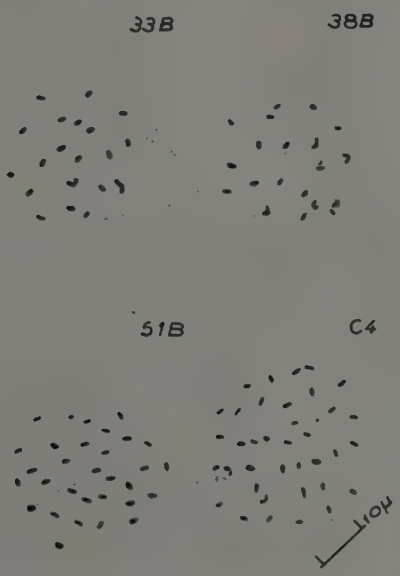


Fig. 14. — Souches bactériennes de Flétrissement observées sur gélose Dykstra inclinée au bout de 3 jours à 20°.

Gélatine Burkholder *en plaques :* pas de développement avant le 7e jour ; 10 jours : colonies rondes, très petites (1/10 mm) lisses, brillantes, crème-jaunâtre ; pas de liquéfaction le 16e jour.

Bouillon Burkholder : trouble uniforme léger le 9e jour ; 12 jours : dépôt abondant au fond du tube ; 19 jours : trouble uniforme très léger (faible croissance en bouillon).

Bouillon Dykstra : 5 jours : trouble faible, uniforme, sédiment ; 10 jours : légers flocons ; 7 jours : fluorescence en lumière ultra-violette.

Pomme de terre en tubes : développement le 5e jour, traînée jaunâtre peu abondante ; 6 jours : mucus jaune clair, lisse, brillant, muqueux, peu étalé ; 12 jours : dépôt jaune, la pomme de terre brunit légèrement ; 18 jours : teinte ocre-clair ou jaune ; 1 mois : teinte jaune plus ou moins accentuée.

Pomme de terre crue : croissance nulle.

Caractères physiologiques. — *Bleu de méthylène :* réduit. *Nitrates :* non réduits.

H^2S, Indol : pas de production.

Ammoniaque : positif.

Lait : coagulum léger le 13e jour ; coagulé et lentement éclairci le 19e jour ; aux trois-quarts éclairci au bout d'un mois ; zone claire visqueuse.

Lait tournesolé : 15 jours et 1 mois : inchangé.

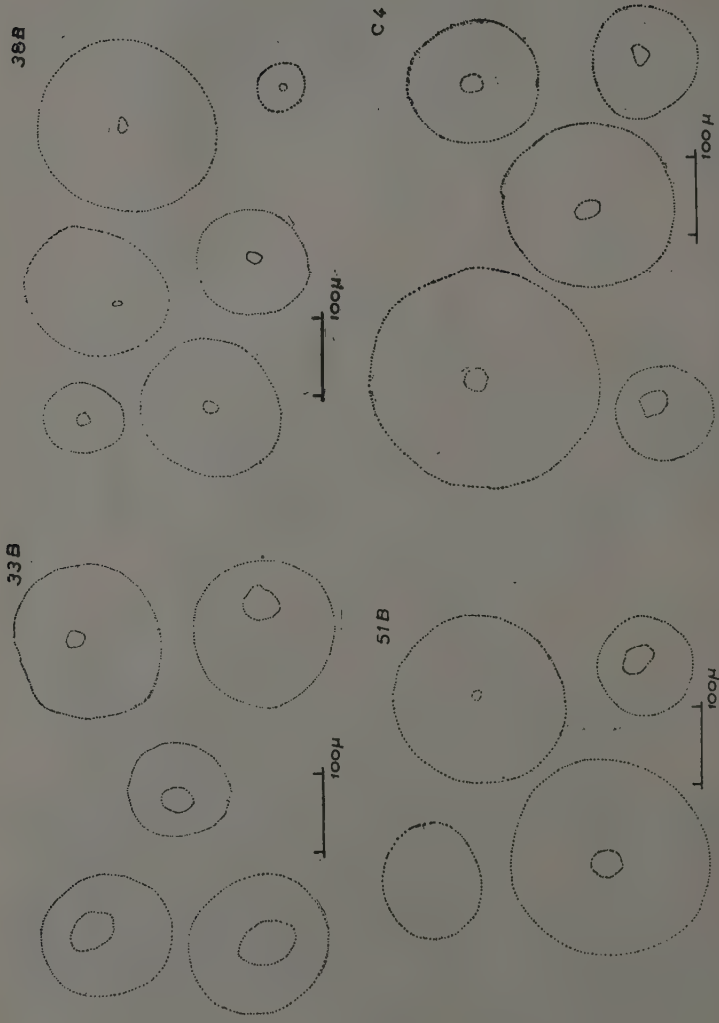


Fig. 15. — Forme et dimensions des colonies, sur gelose Burkholder en plaques, au bout de 10 jours à 18°.

Hydrates de carbone : (hydrates de carbone ajoutés au milieu de BURKHOLDER sans peptone).

Glycérine : positif faible (12 jours).
Mannite : négatif.
Glucose : positif faible (1 mois).
Levulose : positif (8 jours).
Galactose : positif lent (25-30 jours).
Saccharose : positif lent (10-12 jours).
Lactose : négatif (1 mois).
Maltose : faible, lent (16 jours).
Raffinose : négatif.

Amidon soluble : action faible, partielle au bout d'un mois.

Fécule : action faible ou nulle.

Croissance sur divers milieux : pas de croissance au bout de 28 jours dans les milieux liquides de COHN, FERMI ou USCHINSKY.

Températures de développement : Minimum : 7-8°. Optimum : 20°. Maximum : 27-28°.

Pouvoir pathogène : souche active sur Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) et Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

SOUCHE 38 B

Forme, dimensions. — Bâtonnets très courts, étroits, coloration bipolaire, isolés ou par deux, rarement en chaînes courtes ; parfois renflés à une extrémité (caractères notés sur gélose DYKSTRA de 3 jours et contrôlés sur gélose BURKHOLDER de 9 jours) ; mesurant : 0 μ 74 (1,4 — 0,4) × 0 μ 42, sur gélose DYKSTRA de 3 jours, en coloration simple au violet de gentiane.

: 1 μ 34 (0,84 — 1,54) × 0,60 (0,4 — 0,7) sur milieu additionné de saccharose.

Non mobile ou peu mobile, cils non colorables par la méthode de VAN ERMENGEM.

Gram + sur cultures âgées (gélose DYKSTRA, 26 jours, normale ou additionnée de lévulose) ;

Gram — sur cultures jeunes ; non acido-résistante ; pas de spores.

Caractères culturaux. — Gélose peptone simple en tubes inclinés : colonies visibles le 4e jour ; 5e jour : colonies punctiformes, blanc-crème formant un mucus étalé devenant blanc-jaunâtre le 6e jour ; humide, brillant ; colonies rondes, convexes ; *sédiment* abondant dans l'eau de condensation le 11e jour.

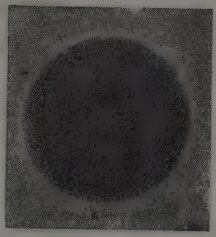


FIG. 16. — Souche 38 B. Colonie sur gélose BURKHOLDER en plaques, au bout de 12 jours à 20°. Gr. 25.

Gélose peptone DYKSTRA *en tubes inclinés :* début développement le 4e jour ; 5e jour : développement filiforme, punctiforme, très lent.

Gélose BURKHOLDER *en plaques* (*fig.* 16) : colonies minuscules le 7e jour ; 10e jour : colonies de 330 μ de diamètre (215-531). Colonies rondes, convexes, crème-jaunâtre, lisses, brillantes, à bord entier ; 16e jour : colonies blanc-crème jaunâtre, lisses, brillantes, arrondies, 1 à 2 mm de diamètre.

Gélatine peptone simple : liquéfaction très lente.

Gélatine BURKHOLDER *en tubes droits :* début croissance le 5e jour ; 7e jour : jaune-crème sans liquéfaction ; 22e jour : pas de liquéfaction ; développement en surface jaune-crème clair, brillant.

Gélatine BURKHOLDER *en plaques :* début croissance le 7e jour ; pas de liquéfaction ; 16e jour : colonies rondes, très convexes, lisses brillantes, bords entiers, 1/4 mm diamètre ; pas de liquéfaction.

Bouillon BURKHOLDER : faible croissance le 7e jour ; trouble uniforme le 9e jour et le 12e jour avec sédiment au fond du tube ; 19e jour : trouble uniforme très léger (*faible croissance en bouillon*).

Bouillon DYKSTRA : 5e jour : trouble intense, uniforme, sédiment ; 10e jour : léger voile (croissance meilleure que sur bouillon BURKHOLDER), 7e jour : pas de fluorescence en lumière ultra-violette.

Pomme de terre en tubes : développement apparent le 4-5e jour ; 5e jour : mucus jaune-crème, lisse, brillant, peu étalé ; 11e jour : le mucus s'étend peu, devient jaune ; la pomme de terre prend une teinte plombée ; 15e jour : jaune clair, peu étalé, brillant ; 1 mois : jaune plus foncé, terne.

Pomme de terre crue : croissance nulle.

Caractères physiologiques. — Bleu de méthylène : réduit. *Nitrates :* non réduits.

H^2S, Indol : pas de production.

Ammoniaque : positif.

Lait : coagulum léger le 13e jour ; coagulé et lentement éclairci le 19e jour ; aux trois-quarts éclairci au bout d'un mois ; zone claire.

Lait tournesolé : inchangé au bout d'un mois.

Hydrates de carbone :
Glycérine : négatif ou faible (1 mois).
Mannite : négatif.
Glucose : positif, faible, lent (12 jours).
Levulose : positif (8 jours).
Galactose : positif (12 jours).
Saccharose : positif (5 jours).
Lactose : négatif.
Maltose : faible, lent (16 jours).
Raffinose : négatif.

Amidon soluble : action faible ou nulle.

Fécule : action nulle.

Croissance sur divers milieux : pas de développement au bout de 28 jours dans les milieux liquides de Cohn, Fermi ou Uschinsky.

Températures de développement : Minimum : 7-8°. Optimum : 20°. Maximum : 27-30°.

Température mortelle : 55-60°.

Pouvoir pathogène : souche active sur Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) et Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

SOUCHE 51 B

Forme, dimensions. — Bâtonnets irréguliers, renflés, coloration bipolaire fréquente, isolés ou en chaînes courtes (caractères notés sur gélose Dykstra de 3 jours et contrôlés sur gélose Burkholder, 9 jours) ; mesurant :
0 μ 92 (1,4 — 0,4) × 0 μ 4 sur gélose Dykstra 3 jours, en coloration simple au violet de gentiane ;
1 μ 37 (1,12 — 1,4) × 0 μ 85 (0,7 — 0,98) sur milieu additionné de saccharose.
1 μ 33 (1,12 — 1,54) × 0 μ 73 (0,7 — 0,84) sur gélose Burkholder sans peptone.
Non mobile ou peu mobile, cils non colorables par la méthode de Van Ermengem ;
Gram + sur cultures âgées (gélose Dykstra normale ou additionnée de mannite).
Gram — sur cultures jeunes ; non acido-résistante, pas de spores.

Caractères culturaux. — Gélose peptone simple en tubes inclinés : colonies visibles le 5e jour, colonies punctiformes, petites, rondes, donnant un mucus blanc-crème, lisse, brillant, étalé ; 11e jour : *sédiment abondant au fond du tube*, développement crème-jaunâtre, abondant, muqueux.

Gélose peptone Dykstra *en tubes inclinés :* 4e jour : début développement filiforme ; 7e jour : développement blanc-jaunâtre, muqueux, colonies minuscules.

Gélose Burkholder *en tubes inclinés :* 9e jour : colonies *visqueuses*, crème-pâle, lisses, brillantes, étalées.

Gélose Burkholder *en plaques :* 7e jour : minuscules colonies punctiformes. 12e jour : colonies blanc-crème-jaunâtre, rondes ou arrondies, lisses, brillantes, convexes, à bord entier, 0,5 — 1 mm diamètre ; 10e jour : 315 μ (249-398) de diamètre.

Gélatine peptone simple, tubes droits : liquéfaction nulle ou faible, très lente.

Gélatine Burkholder, *tubes droits :* développement sans liquéfaction le 7e jour ; 22e jour : pas de liquéfaction ; développement jaune-clair, crème, brillant.

Gélatine Burkholder *en plaques :* début croissance le 7e jour : colonies 1 mm 5, rondes, lisses, brillantes, crèmes, pas de liquéfaction.

Bouillon Burkholder : pas de développement avant le 10e jour : très léger trouble uniforme ; sédiment au fond du tube, trouble uniforme très léger le 19e jour ; dépôt.

Bouillon Dykstra : 5e jour : trouble uniforme, pellicule ; 10e jour : flocons très légers ; *sédiment*, liquide clair (croissance meilleure que sur bouillon de Burkholder) ; 7e jour : pas de fluorescence en lumière ultra-violette.

Pomme de terre en tubes : développement blanc-crème, peu abondant, visible le 5e jour ; devenant crème-jaunâtre le 10e jour (teinte plus pâle que 33 B et 38 B) ; la pomme de terre brunit légèrement ; 15e jour : développement peu étalé ; crème-jaunâtre pâle, muqueux, brillant ; 1 mois : jaune plus foncé, terne.

Pomme de terre crue : croissance nulle.

Caractères physiologiques. — *Bleu de Méthylène :* réduit. *Nitrates :* non réduits. *H^2S, Indol :* négatif.

Ammoniaque : positif.

Lait : coagulum léger le 13e jour ; coagulé et lentement éclairci le 19e jour ; aux trois-quarts éclairci au bout d'un mois.

Lait tournesolé : inchangé au bout d'un mois.

Hydrates de carbone :

Glycérine : négatif ou faible (1 mois).
Mannite : faible lent.
Glucose : positif, faible, lent (12 jours).
Levulose : positif (7-8 jours).
Galactose : positif (14 jours).
Saccharose : positif (5 jours).
Lactose : négatif.
Maltose : négatif.
Raffinose : négatif.

Amidon soluble : pas d'action.

Fécule : pas d'action.

Croissance sur divers milieux : pas de développement au bout de 28 jours dans les milieux liquides de Cohn, Fermi ou Uschinsky.

Températures de développement : Minimum : 9-10°. Optimum : 20°. Maximum : 27-30°.

Pouvoir pathogène : souche active sur Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) et Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

SOUCHE C 4

Forme, dimensions. — Bâtonnets très courts, arrondis aux extrémités, généralement isolés, rarement en chaînes courtes ; mesurant 0 μ 92 (1,4 — 0,4) × 0 μ 42 sur gélose Dykstra de 3 jours, en coloration simple au violet de gentiane.
Non mobile ou peu mobile, cils non colorables par la méthode de Van Ermengem. Gram + sur cultures âgées (Dykstra de 9 jours) ; non acido-résistante ; pas de spores.

Caractères culturaux. — *Gélose peptone simple en tubes inclinés :* début développement le 5e jour, colonies punctiformes, rondes, blanc-crème ; 11e jour : colonies crème-jaunâtre ; muqueuses, *sédiment* abondant dans l'eau de condensation du tube.

Gélose peptone Dykstra *en tubes inclinés :* début croissance punctiforme le 7e jour.

Gélose Burkholder *en tubes inclinés :* début développement le 7e jour ; visqueux le 9e, très visqueux le 25e jour : crème-pâle, étalé, lisse, brillant.

Gélose Burkholder *en plaques :* début de développement le 7e jour : colonies punctiformes à peine visibles à l'œil nu ; 10 *jours :* colonies de 332 μ (265 — 415) de diamètre. Colonies dans la gélose lenticulaires ou rondes ou irrégulières : 215 μ (116-332) ; 12 *jours :* colonies blanc-jaunâtre, lisses, brillantes, rondes, convexes, bord entier, opaques.

Gélatine peptone simple en tubes droits : développement visible le 2e jour ; pas de liquéfaction le 40e jour : ligne d'ensemencement à bord peu divisé.

Gélatine Burkholder *en tubes droits :* croissance visible le 5e jour : très faible développement sans liquéfaction ; 10e jour : développement blanc-crème, lent, sans liquéfaction ; 22e jour : développement jaune-crème clair, brillant, pas de liquéfaction.

Gélatine Burkholder *en plaques :* pas de développement avant le 7e jour ; pas de liquéfaction.

Bouillon Burkholder : trouble léger, sédiment. *Faible croissance en bouillon.*

Bouillon Dykstra : 5e jour : trouble uniforme, pellicule très fine, sédiment ; 12e jour : trouble unfiorme, pellicule, *sédiment.* Meilleur développement qu'en bouillon de Burkholder ; 7e jour : pas de fluorescence en lumière ultra-violette.

Pomme de terre en tubes : 5e jour : développement blanc-crème, lent ; 15e *jour :* développement crème-jaunâtre, peu étalé, muqueux, brillant ; 1 *mois :* développement jaune, terne.

Pomme de terre crue : croissance nulle.

Caractères physiologiques. — *Bleu de Méthylène :* réduit. *Nitrates :* non réduits.

H^2S, Indol : négatif.

Ammoniaque : positif.

Lait : coagulum léger le 13e jour ; coagulé, lentement éclairci le 19e jour ; aux trois-quarts éclairci au bout d'un mois.

Lait tournesolé : inchangé au bout d'un mois.

Hydrates de carbone :

Glycérine : négatif ou très faible (1 mois).
Mannite : négatif.
Glucose : positif faible, lent (9 jours).
Levulose : positif ; 7-8 jours.
Galactose : positif (14 jours).
Saccharose : positif (5 jours).
Lactose : négatif.
Maltose : positif lent, faible (18 jours).
Raffinose : négatif.

Amidon soluble : pas d'action.

Fécule : pas d'action.

Croissance sur divers milieux : pas de développement au bout d'un mois dans les milieux liquides de Cohn, Fermi ou Uschinsky.

Températures de développement : non déterminées.

Pouvoir pathogène : souche active sur Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) et Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

Caractères généraux communs aux souches 33 B, 38 B, 51 B, C 4 :

Forme, dimensions, mobilité, coloration. — Éléments presque toujours isolés, de forme souvent anormale et variable selon les milieux ; coloration bipolaire ; dimensions de l'ordre de 1 μ, non mobiles, gram-positifs en cultures âgées ; non acido-résistants ; aérobies.

Caractères culturaux. — Colonies à croissance très lente sur tous les milieux habituels, petites, crème-jaunâtre à jaunes, visqueuses sur les milieux sucrés, sédiment abondant dans l'eau de condensation des géloses inclinées et dans les cultures en milieux liquides ; faible croissance en gélatine, ne cultivent pas sur pomme de terre crue.

Nécessité d'un milieu complexe ; à ce titre, des géloses aux farines de céréales germées sont utilisables.

Caractères physiologiques. — Activité biochimique lente, faible, souvent nulle ; gélatine non liquéfiée ou lentement liquéfiée ; action très lente sur les sucres (l'action est nulle quand les sucres sont ajoutés à un milieu minéral [1]). Pas d'action diastasique sur les amidons ; pas d'action sur le lait tournesolé.

Parasitisme. — Parasitisme vasculaire limité à quelques plantes de la famille des Solanacées : Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) ; Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Aubergine (*Solanum Melongena* L.).

Virulence. — Disparaît assez vite en culture pure, nécessité de réisoler fréquemment.

Caractères distinctifs des souches. — La souche 33 B donne des cultures de teinte plus jaune que les trois autres ; à l'inverse de ces dernières, elle se montre plus active sur la Tomate que sur la Pomme de terre.

Identification. Discussion. — Par leurs caractères majeurs, les souches 33 B, 38 B, 51 B, C4, diffèrent notablement des bactéries définies auxquelles nous avons pu les comparer ; l'examen détaillé de leurs caractères, de leur mode de parasitisme et des symptômes qu'elles déterminent par inoculation à la pomme de terre, nous autorise à admettre leur identité à l'espèce primitivement décrite par Spieckermann et Kotthoff (1914) sous le nom de *Bacterium sepedonicum* [2].

La place de cette espèce dans la classification a été fort discutée ;

[1] Milieu nº 1421, Levine (M.), Schoenlein (H.W.), 1930.

Eau distillée	1 000 cc
K Cl	0,2 g
$NH^4H^2PO^4$	1,0 g
Pourpre de bromo-crésol (Solution saturée)	2 cc
Gélose	15 g

[2] Du grec « sepedon » : pourriture, qualificatif impropre, car le *C. sepedonicum* est un agent de flétrissement, non de pourriture.

dans un périodique de vulgarisation, SPIECKERMANN, le premier (1913), a employé la désignation *B. sepedonicum* sans fournir une description de l'organisme ; en 1914, SPIECKERMANN et KOTTHOFF en donnent une description assez complète que STAPP précise en 1930 ; entre temps, E. SMITH (1920) rapporte l'espèce à « *Aplanobacter sepedonica* ».

En 1937, MAGROU place la bactérie dans le genre *Phytomonas*, cependant que ELLIOTT (1937), BURKHOLDER, DOWSON soulignent la fragilité de ce genre.

JENSEN (1934) suggère que ce parasite de la Pomme de terre pourrait appartenir au genre *Corynebacterium* créé par LEHMANN et NEUMANN (1896) pour le bacille de la Diphtérie.

A la suite d'une étude rigoureuse, SKAPTASON (J.B.) et BURKHOLDER (W.H.) (1942) acquièrent la conviction que l'agent du « Ring-rot » présente bien les caractères d'un *Corynebacterium* ; selon les auteurs, les principaux traits qui permettent cette homologation sont :

— sa non-mobilité ;

— sa réaction gram-positive, sa coloration non uniforme, sa non-acido-résistance ;

— ses cellules de forme variable, le plus souvent isolées ;

— son inactivité biochimique très générale :

  — faible liquéfaction de la gélatine ;

  — faible hydrolyse de l'amidon ;

  — action lente sur le lait tournesolé ;

  — croissance lente sur tous les milieux habituels ;

— la nécessité d'un milieu complexe.

Sur la base de ces caractères, SKAPTASON et BURKHOLDER ont proposé que le nom de l'agent du « Ring rot » soit changé en celui de *Corynebacterium sepedonicum* (SPIECKERMANN et KOTTHOFF) SKAPTASON et BURKHOLDER ; leur désignation (mai 1942), antérieure à celle de DOWSON (juin 1942), est maintenant admise.

Les souches 38 B, 51 B, C4, correspondent à l'espèce décrite par SKAPTASON (J.B.) et BURKHOLDER (W.H.) (1942), SNIESZKO (S.F.) et BONDE (R.) (1943).

La souche 33 B serait intermédiaire entre *Corynebacterium sepedonicum* (SPIECK. et KOTTH.) SK. et B. et *Corynebacterium michiganense* (ERW. SMITH) JENSEN.

En conclusion, nous croyons devoir attribuer le Flétrissement bactérien de la Pomme de terre en France à l'action d'une bactérie vasculaire comparable — sinon identique — à celle décrite aux Etats-Unis sous le nom de *Corynebacterium sepedonicum* (SPIECKERMAN et KOTTHOFF), SKAPTASON et BURKHOLDER, de la famille des *Corynebacteriaceæ* LEHMANN et NEUMANN.

Caractérisation et identification des agents secondaires de pourriture.

SOUCHE 406

Forme, dimensions. — Bâtonnets assez courts à extrémités arrondies, parfois en chaînes ; coloration bipolaire ; mesurant 1 μ 15 (0,86 — 2,05) × 0 μ 60 (0,54 — 0,75), sur frottis coloré au violet de gentiane.

Mobile par 2 à 6 flagelles peritriches colorables par la méthode de Van Ermengem (*fig.* 17).

Gram (—), non acido-résistante, ni spores, ni capsules.

Caractères culturaux. — *Gélose peptone simple en tubes inclinés :* développement punctiforme dès 18 h ; colonies rondes, convexes, entières, lisses, transparentes ; 1 mm diamètre en 48 h ; devenant convexes-aplaties, jaunâtres par transparence, parfois crémeuses, humides.

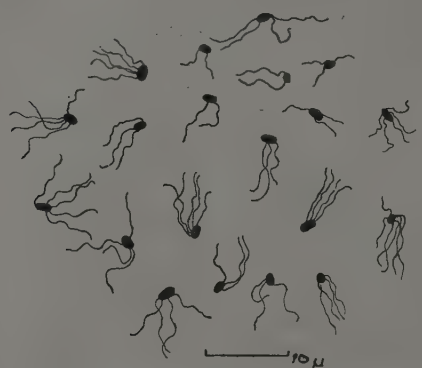


Fig. 17. — *Erwinia carotovora*, souche 406 ; cils, d'après une préparation colorée par la méthode de Van Ermengem.

Gélose peptone simple en plaques : développement punctiforme bleuté en 24 h ; 48 h : colonies bleutées, lisses, rondes, 0,25-0,50 mm.

5 jours : colonies blanc-bleuté à blanc-crème, transparentes, humides, jaunâtres par transparence, surface lisse, bord très finement denté à un fort grossissement.

Colonies dans la gélose lenticulaires ou rondes.

Gélatine peptone simple en tubes droits : liquéfaction très lente.

Gélatine en plaques : 3e jour : colonies petites, rondes, blanches ; 5e jour : colonies petites, jaunâtres par transparence ; auréole liquéfiée étroite.

Bouillon peptoné : trouble accusé dès 24 h ; le trouble demeure uniforme, prend un aspect laiteux grisâtre ; pellicule. Pas de fluorescence.

Pomme de terre en tubes : développement crème-clair à crème-jaunâtre plus ou moins étalé. Pas d'action diastasique.

Riz au lait de Soyka : développement blanc à blanc rosé.

Pomme de terre crue : désintégration rapide et profonde des tissus.

Caractères physiologiques. — *Bleu de méthylène :* lentement réduit. *Nitrates :* réduits.

H^2S, Indol : pas de production.

Ammoniaque : faible.

Lait : coagulé, non éclairci.

Lait tournesolé : acidifié, réduit.

Hydrates de carbone :
Glycérine : positif (48 h) sans gaz.
Mannite : positif, gaz (48 h).
Glucose : positif, sans gaz (24 h).
Lévulose : positif, gaz (48 h).
Galactose : positif, gaz (lent).
Saccharose : positif, gaz (24 h).
Lactose : positif, gaz (4 jours).
Maltose : négatif.

Amidon soluble : pas d'action diastasique.

Amidon de riz : pas d'action diastasique.

Fécule : pas d'action diastasique.

Croissance sur divers milieux : pas de croissance dans les milieux liquides de COHN et d'USCHINSKY ; croissance dans le milieu de FERMI.

Parasitisme : souche pathogène sur Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), Oignon (*Allium Cepa* L.), Fève (*Faba vulgaris* MOENCH).

Des pourritures molles précoces, qui accompagnent le flétrissement bactérien, nous avons isolé de nombreuses souches comparables, douées de la propriété de dissocier les cellules de la pomme de terre. La souche 406, prise comme exemple, s'identifie à *Erwinia carotovora* (JONES) HOLL.

SOUCHE Z 2

Forme, dimensions. — Bâtonnets arrondis aux extrémités, isolés ou en chaînes courtes, mesurant 1 μ 18 (0,97 — 2,10) × 0 μ 57 (0,43 — 0,75) sur frottis coloré au violet de gentiane.
Mobile par 1 ou 2 flagelles unipolaires.
Gram (—), non acido-résistante ; non sporulante.

Caractères culturaux. — *Gélose peptone simple en tubes inclinés :* colonies punctiformes dès 18 h.
4 jours : colonies rondes, aplaties, lisses, brillantes, 2 mm diamètre ; fluorescence vert-jaunâtre ; un pigment diffuse dans le milieu.

Gélose peptone simple en plaques : 2e jour : colonies rondes de 0,5 mm de diamètre, lisses, brillantes ; fluorescence vert clair ; les colonies atteignent 1,5-2 mm le 6e jour.
Colonies dans la gélose lenticulaires ou rondes.

Gélatine peptone simple en tubes droits : liquéfaction en cylindre ; fluorescence.

Gélatine peptone simple en plaques : 2e jour : colonies punctiformes ; 5e jour : colonies blanches rondes, 0,75 mm de diamètre, zone liquéfiée opalescente.

Bouillon peptone simple : 24 h : trouble fluorescent vert clair ; le trouble s'intensifie, un voile blanc, épais, adhérent, se forme dès le 5e ou le 6e jour.

Bouillon DYKSTRA : 7e jour : trouble uniforme, voile léger ; pas de fluorescence en lumière ultra-violette.

Pomme de terre en tubes : croissance jaunâtre dès 24 h ; parfois fluorescence verte ; pas d'action diastasique.

Riz au lait de SOYKA : forte croissance ; fluorescence verte.

Pomme de terre crue : dissociation de la tranche de tubercules jeunes ou insuffisamments mûrs.

Caractères physiologiques. — *Bleu de méthylène :* réduit. *Nitrates :* réduits.

H^2S, Indol : pas de production.

Ammoniaque : positif.

Lait : coagulé, non éclairci.

Lait tournesolé : réduit lentement.

Hydrates de carbone :
Glycérine : positif, sans gaz.
Mannite : positif, sans gaz.
Glucose : positif, sans gaz.
Lévulose : positif, sans gaz.
Galactose : positif, sans gaz.
Saccharose : positif, sans gaz.
Lactose : négatif.
Maltose : négatif.

Amidon soluble : pas d'action diastasique.

Amidon de riz : action faible.

Fécule : pas d'action diastasique.

Croissance sur divers milieux : pas de croissance en milieu liquide de COHN ; forte croissance avec fluorescence verte dans les milieux de FERMI et d'USCHINSKY.

Parasitisme : parasite faible de la Pomme de terre et de diverses plantes.

La Souche Z 2, sommairement décrite en 1936, a été identifiée à *Pseudomonas xanthochlora* (SCHUSTER) STAPP (*Bacterium xanthochlorum* SCHUSTER).

PARENTÉ SÉROLOGIQUE DES SOUCHES.

Au laboratoire, M. GUNTZ a observé que les différentes souches de *C. sepedonicum* (33 B, 38 B, 51 B, C 4, D 4, F 3) forment bien un groupe sérologique homogène et donnent toutes une réaction d'agglutination positive avec le sérum de lapin préparé par inoculation de l'une d'elles (C 4), mais que le même sérum agglutine également des bactéries parasites fort éloignées des *Corynebacteriaceae.*

4. Etude expérimentale des souches.

a) Techniques générales.

b) Souches de flétrissement : 33 B, 38 B, 51 B, C4.

1° Pouvoir pathogène.

2° Progression de la bactérie dans les vaisseaux.

3° Influence du cycle végétatif de la plante.

4° Conditions de développement de la forme « nanisme ».

5° Virulence des souches.

6° Influence du flétrissement bactérien sur la physiologie de la plante.

c) Souches de pourritures : 406, Z2.

d) Discussion.

a) **Techniques générales.** — L'étude des agents de flétrissement a été conduite sur la Pomme de terre (variétés « Institut de Beauvais » et « Ostbote ») et sur la Tomate (variétés « Joffre » et « Merveille des Marchés »).

Les essais les plus nombreux ont été réalisés en pleine terre, sur des lots de 10-15 ou 20 plantes ; on a noté l'évolution des symptômes de flétrissement et l'importance des pourritures de tubercules. Bien que les essais ne concernent qu'un petit nombre de plantes et de tubercules, nous avons cependant indiqué les chiffres en *pour cent* avec le dessein de rendre la lecture des tableaux plus facile.

La technique habituelle d'inoculation consiste à ensemencer la coupe fraîche d'un tubercule au moyen d'une suspension bactérienne concentrée ; dans d'autres cas, on opère par piqûre à l'aide d'une aiguille chargée d'une culture jeune, enfin, des inoculations massives ont pu être obtenues en retirant au-dessous des bourgeons un petit cylindre de chair qu'on imprègne d'une culture avant de le remettre en place.

Les mêmes techniques ont servi à tester les agents de pourritures ; les tubercules séparés ou en place ont été inoculés en les immergeant quelques heures dans de l'eau chargée d'un petit nombre de bactéries, selon la technique de E. F. SMITH.

b) **Souches de flétrissement : 33 B, 38 B, 51 B, C4.**

1° *Pouvoir pathogène.* — Dans l'étude du flétrissement bactérien il est apparu manifeste que des souches très voisines par leurs caractères de détermination se différenciaient beaucoup mieux par leur

FIG. 18. — Résultat de l'inoculation du tubercule-mère par la souche 38 B. Inoculation : 28 mars. Photographie : 13 juillet 1942. Variété « Institut de Beauvais ».

activité sur la plante et que leur inoculation à des hôtes sensibles constituait l'épreuve la plus décisive. Après élimination des souches que quelques caractères permettent d'éloigner, celles retenues ont été éprouvées sur la Pomme de terre et la Tomate. Les résultats obtenus en 1942, 1943 et 1946, révèlent des différences dans le pouvoir pathogène des différentes souches ; il est à remarquer que certaines maintenues en culture depuis 1942, étaient encore actives en 1946. (*fig.* 18, 19, 20).

FIG. 19. — Résultat de l'inoculation du tubercule-mère par la souche 38 B. Inoculation : 27 février ; photographie : 7 juillet 1943. Témoin et plante infectée. Variété « Ostbote ».

TABLEAU V.

Pouvoir pathogène des souches. 1942

Souches	Plantes d'épreuve	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%	Observations
24 B 1	10	0	0	75	0	0	
24 B 2	10	0	0	66	0	0	
32 B	10	0	0	61	0	0	
33 B	10	3	33	59	5	8,4	Pathogène.
38 B	10	2	20	56	4	7,1	—
45 B	10	0	0	67	0	0	
48 B	10	4	40	46	9	19,5	—
51 B	10	3	33	56	5	8,9	—
52 B 1	10	0	0	72	0	0	
52 B 2	10	0	0	72	0	0	
55 B	10	0	0	81	0	0	
56 B	10	0	0	54	0	0	
60 B 1	10	0	0	66	0	0	
60 B 2	10	0	0	69	0	0	
63 B	10	0	0	62	0	0	
69 B	10	0	0	70	0	0	
70 B	10	4	40	60	10	16,6	Pathogène.

Pouvoir pathogène des souches. 1943

Souches	Plantes d'épreuve	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%	Observations
Témoin non inoculé	7	0	0	56	0	0	
Inoculum complexe	8	7	87	28	18	64,2	
33 B	8	7	87	48	15	31,2	Pathogène.
38 B	6	6	100	38	25	65,8	—
51 B	5	1	20	34	3	8,8	—
C 1	8	0	0	49	0	0	
C 2	8	0	0	56	0	0	
C 3	8	4	50	45	9	20	—
C 4	8	8	100	46	36	78,2	—
C 5	8	5	62,5	54	7	12,9	—
C 6	8	0	0	52	0	0	
C 7	8	0	0	46	0	0	
33 B	8	6	75	48	10	20,8	—
38 B	8	8	100	48	21	43,7	—
—	7	7	100	45	21	46,6	—
51 B	8	2	25	58	2	3,4	—
Inoculum complexe	8	4	50	73	4	5,4	
Témoin non inoculé	8	0	0	70	0	0	

Pouvoir pathogène des souches. 1946

Souches	Plantes d'épreuve	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%	Observations
Témoin non infecté	8	0	0	41	0	0	
Inoculum complexe	6	5	83	31	11	35,4	Actif.
D 1	9	0	0	57	0	0	
D 2	8	0	0	43	0	0	
D 3	10	0	0	76	0	0	
D 4	10	8	80	49	11	22,4	Pathogène.
D 5	10	3	30	42	3	7,1	Pathogène.
D 6	7	0	0	58	0	0	
F 2-1	8	0	0	47	0	0	
F 2-2	9	0	0	57	0	0	
F 1-1	11	0	0	69	0	0	
F 1-2	11	0	0	66	0	0	
38 B	9	7	77	32	15	28,8	—
C 4	9	3	33,3	56	4	7,1	—
33 B	10	5	50	59	16	27,1	—

2° *Progression de la bactérie dans la tige de pomme de terre.* — Il est rare que les inoculations sur la tranche d'un tubercule-semence se traduisent par des symptômes visibles avant le stade de la floraison ; ce n'est que dans quelques cas, chez des variétés très sensibles, comme « Ostbote » et « Edelgard », que l'on peut observer un arrêt de développement des jeunes pousses et, en l'occurrence, il est toujours de règle que les pousses atteintes correspondent à des bourgeons situés sur le bord de la section du tubercule-mère inoculé.

La progression dans les vaisseaux, lente ou nulle dans la période de croissance active, devient plus rapide en fin de végétation.

La souche 38 B a été inoculée par piqûres à des tiges de pomme de terre (variété « Institut de Beauvais ») arrivées au stade floraison, le 2 juillet 1945 ; la plante n° 1 a reçu de nombreuses piqûres tout le long de la tige, les plantes n° 2 et n° 3 ont reçu deux piqûres proches vers leur tiers supérieur, laissant quatre feuilles au-dessus.

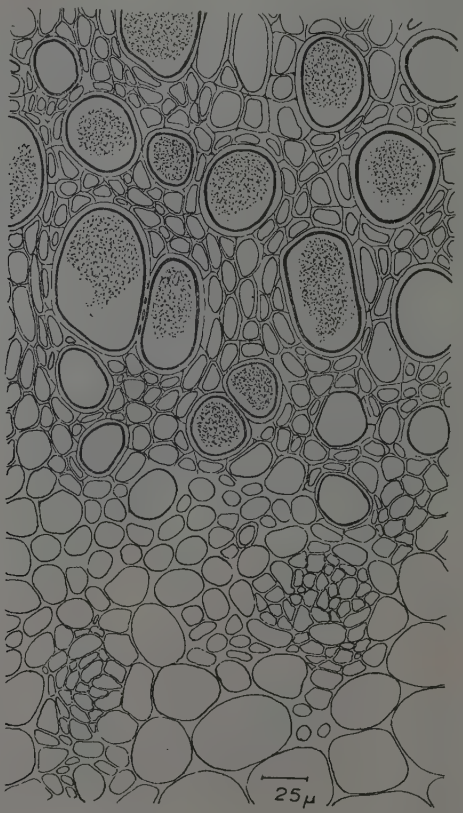


Fig. 20. — Souche 51 B ; infection expérimentale sur « Institut de Beauvais » (23 mai 1941). Coupe faite à la base de la tige montrant les vaisseaux du bois envahis par les bactéries (5 août 1941).

Le 12 octobre, 100 jours après l'inoculation, l'examen de coupes faites à différents niveaux a permis de faire les observations suivantes :

Plante n° 1 : la tige est entièrement envahie par les bactéries : cependant on ne les trouve pas à l'extrême base, elles n'ont pas pénétré dans les racines ni dans les stolons.

Plante n° 2 : les bactéries sont présentes dans toute la portion de tige située *au-dessus* des points d'inoculation, mais elles sont encore absentes dans le pétiole de la dernière feuille ; elles ont donc progressé dans le chemin qu'elle pouvait ainsi parcourir de bas en haut, soit sur une distance de 8 à 10 cm en 100 jours.

Vers le bas, leur progression n'a pas dépassé 1 cm au-dessous des piqûres ; elles sont absentes dans la portion inférieure de la tige, les stolons et les racines.

— *Autre tige* : inoculées au tiers supérieur, les bactéries ont atteint le sommet (parcours : 10 cm) ; elles ne descendent qu'à 4 cm au-dessous de l'inoculation.

Plante n° 3 : pas d'infection, l'aiguille est passée *entre les faisceaux libéro-ligneux* ; les bactéries, incapables de progresser dans les parenchymes, n'ont pu atteindre les vaisseaux.

Il est clair, par conséquent, que la progression de l'organisme se fait normalement *de bas en haut et qu'elle est* 4 *à* 10 *fois plus rapide vers le haut que vers le bas.*

Il doit être permis d'en déduire qu'une inoculation qui pourrait être faite par des insectes du feuillage aurait bien peu de chance d'être efficace.

On constate une analogie frappante entre le développement des bactéries de flétrissement et la progression du *Verticillium alboatrum* dans les tiges de pomme de terre.

3° *Influence du cycle végétatif de la plante.* — Opérant toujours sur la même variété sensible « Institut de Beauvais », à cycle végétatif long, la souche 38 B a été inoculée à différents stades de développement de la plante :

1° A la plantation (inoculation du tubercule-mère).

2° Plus tard, par piqûres à la base des tiges :

a) hauteur des plantes : 15 cm ;

b) avant floraison ;

c) début floraison ;

d) fin floraison ;

e) fin de végétation.

Les résultats groupés dans le tableau ci-après montrent que les symptômes de flétrissement et de pourriture n'apparaissent plus quand les inoculations sont faites trop tardivement.

TABLEAU VI.

Inoculations échelonnées. Variété « Institut de Beauvais ». 1945.

Dates des inoculations	Stades de végétation.	Dates des flétrissements	Plantes d'épreuves	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%
7 mai	A la plantation, sur la section des tubercules	22.8	18	16	88	84	43	51,1
14 juin	Hauteur des plantes : 15 cm, piqûres	1.9	20	9	45	86	10	11,6
16 juillet ...	Avant floraison	22.9	20	2	10	87	0	0
1er août.....	Début floraison		18	0	0	81	0	0
16 août	Fin floraison		19	0	0	80	0	0
1er septembre	Plantes encore très vertes		21	0	0	82	0	0

D'autres essais relatifs à des plantations échelonnées de tubercules artificiellement contaminés semblent montrer que les plantations précoces sont généralement plus atteintes que les plantations tardives. Un tableau résume les résultats obtenus sur trois variétés : précoce, demi-précoce et tardive : « Belle de Fontenay », « Bintje », « Institut de Beauvais ».

TABLEAU VII.

Plantations échelonnées de plusieurs variétés. 1945.

Eléments de l'expérience	Variété « Belle de Fontenay »			Variété « Bintje »			Variété « Institut de Beauvais »	
	Dates de plantation			Dates de plantation			Dates de plantation	
	7 mai	1er juin	19 juin	7 mai	1er juin	19 juin	7 mai	19 juin
Nombre de plantes inoculées	10	11	4	11	17	12	9	7
Nombre de plantes atteintes	5	0	0	6	2	1	8	2
P. cent plantes atteintes.	50	0	0	54	11	8,3	88	28
Nombre de tubercules récoltés	32	36	18	32	74	18	41	23
Nombre de tubercules atteints	7	0	0	12	2	1	22	3
P. cent tubercules atteints.	21,8	0	0	30,7	2,7	5,4	50	13

4° *Conditions de développement de la forme « nanisme ».* — A maintes reprises, des cultures de la variété « Institut de Beauvais », atteintes de flétrissement bactérien sous la forme normale de flétrissement tardif, ont accusé, l'année suivante, des symptômes très différents laissant l'impression de deux maladies distinctes. Il n'est pas rare, en effet, que la descendance de pommes de terre attaquées par cette maladie renferme une certaine proportion de plantes anormales, à croissance lente, à entre-nœuds courts et à feuillage vert-foncé (*fig.* 21).

Il paraît indiscutable que les deux types de symptômes sont liés ;

la *figure* 8, qui groupe un tubercule-mère atteint de la pourriture du cerne ayant donné naissance à deux pousses rabougries et à deux tiges plus développées mais qui présentent déjà les premiers signes d'un flétrissement plus tardif et enfin des tubercules nouveaux en voie de décomposition, montre qu'il s'agit bien d'une même maladie.

Mais en ce qui concerne l'entrave apportée à la croissance des jeunes pousses, on pouvait émettre plusieurs hypothèses :

— 1° Le nanisme dépendrait de la densité de contamination ;

FIG. 21. — Nanisme dans la descendance de plantes atteintes de Flétrissement. 25 juin 1948. Variété « Institut de Beauvais ».

— 2° Le nanisme et le flétrissement tardif seraient dus à des souches de virulence inégale ;

— 3° Le développement du flétrissement bactérien donnerait lieu à la formation de tubercules physiologiquement anormaux.

Des faits d'observation sont favorables à la première hypothèse :

a) le nanisme apparaît quelquefois la première année ; dans ce cas, ce sont toujours les pousses issues de bourgeons directement atteints par l'inoculation qui sont rabougries ;

b) les tubercules présentant les symptômes légers de la pourriture du cerne portent des bourgeons dont les vaisseaux sont toujours très abondamment remplis de bactéries.

FIG. 22. — Flétrissement expérimental obtenu par piqûre à la base de la plante. Souche 38 B. Plantation : 27 février ; inoculation : 20 mars ; photographies, deux stades : 26 juin et 7 juillet 1943. Variété « Ostbote ». (La plante témoin provient toujours de la moitié non inoculée du tubercule d'expérience.)

Par ailleurs, l'expérimentation nous a montré que la proportion de nanismes observés en seconde année pouvait dépendre de la souche bactérienne utilisée.

Nous n'avons pas d'arguments suffisants pour étayer ou infirmer l'hypothèse physiologique.

a) *Influence du mode d'inoculation et de la densité de contamination* (*fig.* 22, 23, 24, 25). — En faisant appel à plusieurs techniques d'inocu-

FIG. 23. — Arrêt de croissance à la suite d'une inoculation à la plantation par la souche 33 B. Inoculation et plantation : 30 janvier ; photographie : 27 mai 1943 ; témoin : H = 40 cm ; plante infectée : H = 22 cm. Variété « Institut de Beauvais ».

lation, on s'est efforcé d'obtenir des infections massives permettant à la bactérie de se multiplier dans les vaisseaux des bourgeons avant la plantation des tubercules.

Des essais réalisés en 1946 tendent à vérifier l'influence de l'inoculation effectuée au niveau même du bourgeon avant le départ de la végétation. Les inoculations ont été faites soit par des piqûres nombreuses à la base du germe, soit en insérant au-dessous de chaque bourgeon un cylindre chargé d'une culture pure.

Dans de telles conditions, il a été possible d'obtenir, dès la première année, une proportion assez élevée de plantes naines ; cette proportion paraît d'autant plus forte que l'inoculation a été faite à un

stade plus précoce du développement du bourgeon ; de plus, le fait de planter immédiatement semble atténuer l'influence d'une contamination massive.

TABLEAU VIII.

Développement du nanisme en relation avec le mode et l'importance de l'infection.

Souches	Mode d'inoculation	Stades	Plantes d'épreuve	Nanismes	%	Flétrissements tardifs	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%
38 B	Piqûres base des germes 26 février	germes naissants	8	1	12,5	3	37,5	29	3	10,3
	— d° —	germes 1 cm	14	5	35,7	9	64,2	106	25	23,5
	Témoin, non inoculé.		8	0	0	0	0	61	0	0
C 4	Piqûres base des germes 26 février	germes naissants	9	4	44,4	3	33,3	56	4	7,1
	— d° —	germes 1 cm	21	5	21,7	2	9,5	124	2	1,6
	Témoin, non inoculé.		10	0	0	0	0	70	0	0
38 B	Cylindre chargé inséré sous le bourgeon .	à la plantation	9	6	66,6	7	77	32	15	28,8
C 4	— d° —	—	10	0	0	0	0	57	0	0
33 B	— d° —	—	10	0	0	5	50	59	16	27,1
51 B	— d° —	—	9	0	0	0	0	57	0	0

b) *Influence de la virulence des souches.* — L'étude de la transmission héréditaire du flétrissement bactérien expérimental a permis d'observer que certaines souches microbiennes donnent lieu à une proportion plus élevée de plantes atteintes de nanisme en seconde année ; les résultats qui ne portent cependant que sur un nombre restreint de plantes font ressortir la virulence particulière de l'une d'elles, 38 B : c'est également cette souche qui nous a donné les résultats les plus constants, déterminant les symptômes les plus accentués tant en première qu'en seconde année. En culture pure, sa virulence s'est maintenue pendant 5 ou 6 ans.

TABLEAU IX.

Influence de la souche bactérienne sur le développement du nanisme en seconde année. 1943.

Souches	Plantes d'épreuve	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%	% de nanisme
1. Témoin sain.....	8	0	0	68	0	0	0
2. 51 B, 1942	19	13	68	138	35	25,3	25
3. 33 B, 1942	16	2	12,5	126	3	2,3	26,3
4. 38 B, 1942	5	2	40	26	4	15,3	62,5
5. 48 B, 1942	13	5	38	115	0	0	7
6. Inoculum complexe	14	10	71	80	21	26,2	6,6

5° *Virulence des souches.* — Le maintien de la virulence des souches en culture pure est l'une des plus grandes difficultés que présente l'étude expérimentale du Flétrissement bactérien de la pomme de terre.

La perte de virulence n'est pas un phénomène particulier au *C. sepedonicum*, nous l'observons à chaque instant dans bien d'autres cas de bacteries appartenant à des groupes très différents : *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia* ; elle laisse entrevoir toute une série de problèmes intéressants mais qui n'ont pu être traités au cours de ce travail.

Fig. 24. — Nanisme (feuilles terminales en rosette) obtenu par inoculation massive des bourgeons. Souche 33 B. Plantation : 27 mars ; photographie : 26 mai 1944. Témoin H = 60 cm ; plante infectée : H = 21 cm.

Nous nous bornerons à préciser la perte de virulence et à montrer la possibilité d'y parer en maintenant les souches, d'une année sur l'autre, dans le tubercule de la plante-hôte.

R. Bonde (1942) aux Etats-Unis s'est trouvé en face des mêmes difficultés pour éprouver la sensibilité des variétés de pommes de terre en utilisant les souches pures ; comme nous, cet auteur a dû adopter la même méthode.

En 1947 et 1948, nous avons mis en comparaison des souches isolées

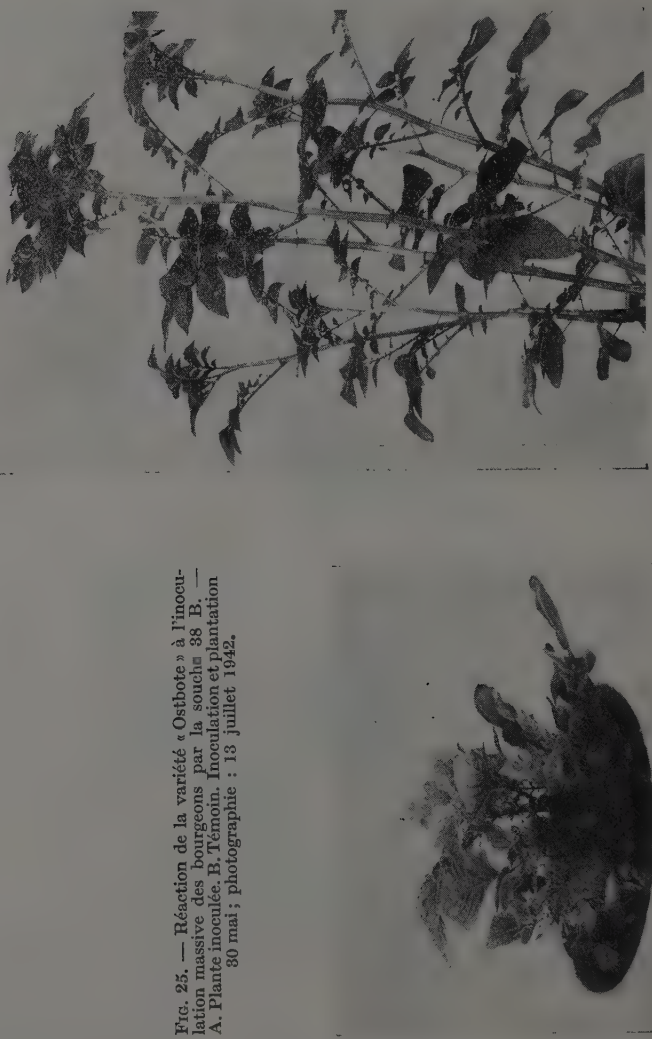


FIG. 25. — Réaction de la variété « Ostbote » à l'inoculation massive des bourgeons par la souche 38 B. — A. Plante inoculée. B. Témoin. Inoculation et plantation 30 mai ; photographie : 13 juillet 1942.

respectivement en 1941, 1942, 1945, et maintenues depuis sur milieu artificiel, des exsudats de tubercules résultant d'inoculations de l'année précédente et des réisolements récents (1947).

Les épreuves ont été faites sur des tubercules coupés et plantés en

pleine terre selon la technique déjà indiquée ; les résultats sont groupés dans les tableaux suivants :

TABLEAU X.

Virulence des souches ; variations. 1947.

Souches et modes de conservation	Nombre de plantes d'épreuve	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Inoculum complexe	12	8	75	81	33	40,7
Témoin sain	10	0	0	52	0	0
Souche 33 B, isolée en 1942, culture pure	21	0	0	102	0	0
Souche 33 B, isolée en 1942, maintenue dans tubercule	18	2	11,1	103	2	1,9
Souche 38 B, isolée en 1941, culture pure	20	10	50	107	16	14,8
Souche 38 B, isolée en 1941, maintenue dans tubercule	20	12	60	111	27	24,3
Souche 51 B, isolée en 1941, culture pure	21	2	9,5	120	2	1,6
Souche 51 B, isolée en 1941, maintenue dans tubercule	20	2	10	116	6	5,1
Souche C 4, isolée en 1942, culture pure	20	0	0	117	0	0
Souche C 4, isolée en 1942, maintenue dans tubercule	23	1	4,3	98	5	5,1
Souche D 4, isolée en 1945, culture pure	24	5	20,8	107	11	10,2
Souche D 4, isolée en 1945, maintenue dans tubercule	19	6	31,5	72	13	18,0

TABLEAU XI.

Virulence des souches, perte, maintien, réisolements, technique d'inoculation. 1948.

Epreuves	Nombre de plantes d'épreuve	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin sain	12	0	0	122	0	0
Souche pure 33 B (1941)	12	2	16,6	132	2	1,5
Souche pure 38 B (1941)	12	1	8,3	117	1	0,8
Exsudat de tubercules inoculés par 38 B en 1947	12	10	83,3	98	40	40,8
Descendance de plantes inoculées par 38 B en 1947	7	1	14,2	22	2	9,0
Souche pure 51 B (1941)	12	0	0	78	0	0
Exsudat de tubercules inoculés par 51 B en 1947	12	6	50	79	14	17,7
Souche pure C 4 (1942)	12	3	25	149	3	2
Descendance de plantes inoculées par D 4	11	7	63,6	36	11	30,6
Souche pure D 4 (1945)	12	8	66,6	190	20	10,5
Exsudat de tubercules inoculés par D 4 en 1947	12	4	33,3	78	5	6,4
Souche pure D 5 (1945)	12	0	0	95	0	0
Témoin sain	12	0	0	123	0	0
Reisolements 1948						
Témoin sain	12	0	0	102	0	0
Réisolement, souche D	12	9	75	119	22	17,6
Réisolement, souche F	12	9	75	88	22	25

6° *Influence du flétrissement bactérien sur la physiologie de la plante.* — Les tubercules en voie de décomposition présentent fréquemment des anomalies ; au niveau des plages marron-clair, autour des bourgeons ou dans la région du stolon, on constate que les cellules ne renferment pas de grains de fécule ; plus tard, dans les tubercules à cerne jaune, la région périvasculaire en est également partiellement dépourvue ; il n'est pas rare de rencontrer des tubercules où la fécule fait défaut en de très larges plages (*fig.* 26). Dans ces tubercules, la transition entre les tissus normaux et les tissus sans fécule est brusque ; la coloration à l'iode ne montre pas les stades intermédiaires de la dislocation de la fécule ; il semble donc que celle-ci ne se soit pas formée ; d'ailleurs, dans ces zones, les cellules ne sont pas obligatoirement dissociées et le *C. sepedonicum* n'a aucune action diastasique sur la fécule. L'anomalie traduirait une action générale du parasite ; elle exprime la lenteur de formation de la fécule et doit avoir pour corollaire une richesse plus grande en sucres.

La lenteur avec laquelle les tubercules à cerne jaune verdissent quand ils sont exposés à la lumière, leur fluorescence à la lumière ultraviolette (p. 76), sont encore les indices d'une physiologie anormale (1).

La non-accumulation de la fécule dans le tubercule de pomme de terre s'observe dans d'autres cas de parasitisme ; les tubercules atteints de Verticilliose grave (*V. alboatrum* R. et B.) montrent également des plages sans fécule, de faible étendue, autour des bourgeons atteints (*fig.* 27) ; enfin, on peut encore en constater dans certains cas de nature plus strictement physiologique, notamment dans les conditions de végétation des années sèches.

c) **Souches de pourriture : 406, Z2.**

Nous avions d'abord isolé, en culture pure, plusieurs agents de pourritures molles (*Erwinia carotovora*, *Bacterium xanthochlorum*) ; leur fréquence dans les altérations de tubercules associées au flétrissement bactérien et les symptômes obtenus par inoculation avaient permis de leur attribuer un rôle.

En effet, inoculé à des tubercules jeunes ou insuffisamment mûrs selon la technique de E.F. Smith, *E. carotovora* reproduit très exactement les symptômes accentués des pourritures molles liées au flétrissement bactérien : éclatements du tubercule, formation de crevasses profondes garnies d'un exsudat blanchâtre, pourriture interne à localisation annulaire précise (*fig.* 28).

La formation de crevasses, les éclatements de la peau, résultent de la dissociation des tissus et d'une fermentation avec formation de gaz ; des bactéries comme *Erwinia carotovora*, qui donnent des gaz

(1) D'après Skaptason (J.B.), les tubercules atteints du « Ring rot » renferment six fois plus de riboflavine que les tubercules sains et l'organisme est capable d'en faire la synthèse en culture.

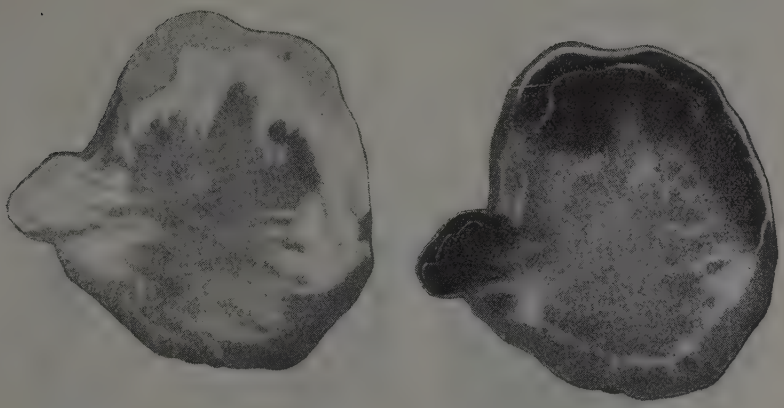


FIG. 26. — Anomalies liées au Flétrissement bactérien : absence de fécule dans le tubercule. A droite, coupe colorée à l'eau iodée. Variété « Institut de Beauvais ».

D'après une aquarelle de M^me^ Huau.

FIG. 27. — Verticilliose (*V. alboatrum*) ; symptômes sur les tubercules ; zones sans fécule autour des yeux. Variété « Institut de Beauvais ».

D'après une aquarelle de M^me^ Huau.

avec la plupart des sucres, semblent capables de produire ces symptômes ; elles jouent certainement un rôle.

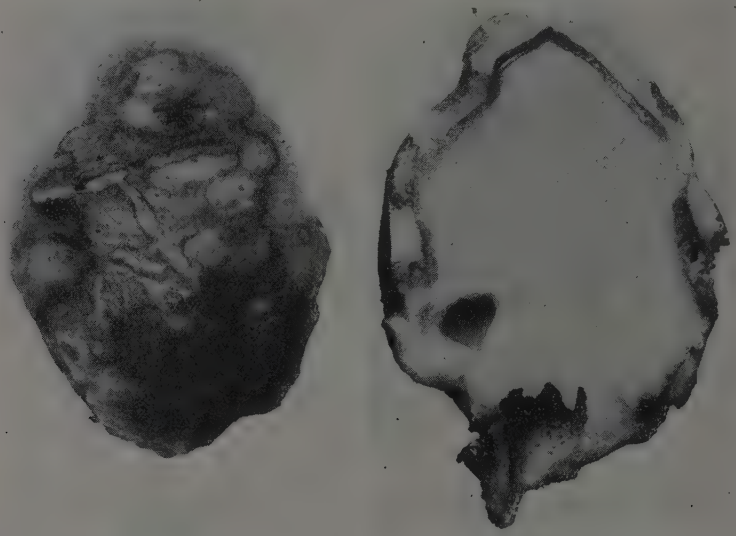


FIG. 28. — *Erwinia carotovora ;* inoculation expérimentale d'un tubercule nouveau, au laboratoire, au bout de 7 jours ; 27 août 1937.

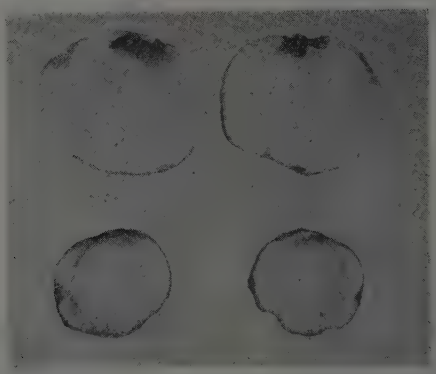


FIG. 29. — Tubercules très jeunes présentant des altérations de l'anneau vasculaire à la suite d'une inoculation par *P. xanthochlora ;* au bout de 12 jours.

P. xanthochlora, par inoculation au tubercule, montre également une affinité pour les tissus périvasculaires, mais ne donne pas lieu à la formation de crevasses ; notons qu'il ne forme pas de gaz avec les sucres (*fig.* 29).

L'étude de la sensibilité du tubercule à l'action des bactéries du type *E. carotovora* révèle de grandes variations ; sensibles pendant la période de croissance, le terrain devient peu favorable, puis impropre au développement de ces bactéries ; la sensibilité reparaît plus tard, à la germination, dans les tissus qui avoisinent les yeux, là où commence

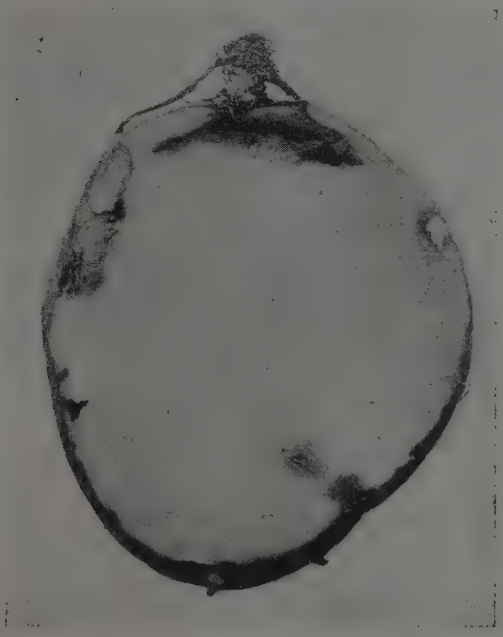


FIG. 30. — Variation de la sensibilité du tubercule à *E. carotovora* ; en fin de conservation, les attaques se localisent dans la zone des bourgeons. A comparer à la figure 28 qui représente le cas de tubercules insuffisamment mûrs.

la mobilisation des réserves (*fig.* 30) ; cependant, l'inoculation au tubercule-mère ne permet pas de reproduire le flétrissement bactérien ; cela confirme le fait déjà établi que les pourritures molles ne sont pas inoculables dans ces conditions.

5. Discussion.

Nous avons déjà indiqué que les études poursuivies aux Etats-Unis et au Canada sur le « Ring rot » de la Pomme de terre avaient conduit à admettre l'intervention d'une bactérie vasculaire, *C. sepedonicum* ; des recherches importantes intéressant les différents chapitres de la biologie du parasite ont fait l'objet de publications déjà nombreuses de la part, notamment, de BARIBEAU (B.) (1931-1937), SAVILE (D.B.O.) et RACICOT (H.N.) (1937), BONDE (R.), et ses collaborateurs (1937, 1939, 1942), BURKHOLDER (W.H.) (1938), STARR (G.H.) (1940), DOW-

son (W.J.) (1942), Dykstra (T.P.) (1941-1942), Knorr (L.C.) (1943), Sherf (A.F.) (1943), Kreutzer (W.A.), Lane (G.H.) et Paschal (J.L.) (1946).

Les symptômes observés dans la maladie qui sévit en France correspondent à ceux décrits aux Etats-Unis ; nous retrouvons également une grande similitude en ce qui concerne les conditions d'infection et d'évolution du parasite.

Le mode d'action de la bactérie dans la plante n'a pas fait l'objet d'études particulières ; le développement des symptômes sur le feuillage, la nécrose lente des marges foliaires, le flétrissement longtemps progressif et l'impossibilité de le faire disparaître en fournissant de l'eau aux plantes, sont des faits qui tendent à montrer que le Flétrissement bactérien serait un « flétrissement toxique » [Gaumann (E.), Jaag (O.) (1947)], distinct du « flétrissement physiologique » dû à une entrave à l'alimentation en eau.

D'un point de vue scientifique, il serait intéressant de chercher à mettre en évidence la production d'une substance toxique par *C. sepedonicum* ; on sait, en effet, que des espèces du genre *Corynebacterium*, pathogènes de l'homme ou des animaux, produisent une exotoxine puissante.

En ce qui concerne les troubles physiologiques liés à la multiplication de la bactérie dans la plante, Rojalin (L.B.) (1935) a montré que le développement du « Ring rot » dans le champ coïncide avec l'accumulation maximum du glucose dans les tiges et que les variétés résistantes à la maladie sont caractérisées par la lenteur avec laquelle elles emmagasinent le glucose dans le tubercule.

Par ailleurs, Glick (D.P.) et Kreutzer (W.A.) [cité par Dykstra (T.P.) (1941)], en étudiant les relations entre *Erwinia carotovora* et *B. sepedonicum*, ont montré que ce dernier rend les tubercules plus sensibles aux atteintes du premier et Davidson (R.S.) (1946), comme nous-même, a noté l'affinité d'*E. carotovora* pour les tissus périvasculaires du tubercule.

Il est donc probable que l'agent de flétrissement apporte un trouble dans le métabolisme des sucres ou retarde la maturité des tubercules ; une teneur élevée en sucres rendrait les tubercules plus sensibles aux agents de pourritures molles.

Un autre fait mérite d'être signalé : l'infection expérimentale par *Erwinia carotovora* de tubercules jeunes, sains, réussit bien si l'on opère au laboratoire sur des pommes de terre détachées de la plante, mais, par contre, l'infection devient beaucoup plus difficile et demeure généralement négative quand on inocule, par la même technique, des tubercules encore attachés à la plante par les stolons.

Un tubercule, même insuffisamment mûr, normalement alimenté par une plante saine, résiste bien aux agents de pourriture molle.

Dès lors, l'agent du flétrissement bactérien pourrait peut-être intervenir, d'une part, en apportant une entrave à la formation de la

FIG. 31. — Sensibilité de la Tomate à *C. sepedonicum* ; inoculation par piqûre à la base de la plante le 13 juin ; photographiée : 21 août 1942 ; à droite, plante témoin.

fécule et, d'autre part, en gênant directement l'alimentation de la plante ; son extension dans les racines et radicelles, toujours importante, tendrait à placer les tubercules insuffisamment mûrs dans la situation de tubercules séparés de la plante et facilement inoculables par diverses bactéries du sol ou des eaux.

Pour distinguer le « Flétrissement bactérien » des autres maladies de la Pomme de terre, il nous paraît plus sûr, actuellement, de tabler non sur un caractère unique (fluorescence en lumière ultra-violette, coloration de Gram ou réaction d'agglutination) mais plutôt sur un ensemble de symptômes évoluant sur la même plante.

IV. — HOTES EXPÉRIMENTAUX DE *C. SEPEDONICUM*

Les travaux parus sur le sujet ne signalent qu'un petit nombre de plantes sensibles à *C. sepedonicum.*

Stapp (C.) (1930) a obtenu des infections positives sur la Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et la Tomate (*Solanum Lycopersicum*), des infections faibles sur le Pois (*Pisum sativum*) et le Haricot (*Phaseolus vulgaris*) ; il a enregistré des résultats négatifs sur *Vicia faba, Soja hispida* et *Pelargonium zonale.*

Plus récemment, Larson (R.H.), Walker (J.C.), Fogelberg (S.O.) (1941), Larson (R.H.) (1944), ont inoculé avec succès la Tomate et l'Aubergine ; la Tomate a présenté une infection généralisée atteignant les fruits et les graines, et des semis issus de ces graines ont extériorisé les symptômes de la maladie.

En 1945, nous avons soumis une série de plantes [1] à l'épreuve de l'infection artificielle par une souche active de *C. sepedonicum* ; les plantes ont été élevées en pleine terre et inoculées par piqûres ; dans quelques cas, l'inoculation a été faite sur des blessures de racines.

Dans de telles conditions d'expérience, nous n'avons obtenu d'infections positives que dans le cas de la Pomme de terre, de la Tomate et de l'Aubergine (*Solanum Melongena* L.) ; chez l'Aubergine, les symptômes sont demeurés peu apparents, mais la bactérie a cependant envahi les vaisseaux de la tige.

Chez la Tomate, qui nous a souvent servi d'hôte différentiel, les plantes inoculées manifestent les premiers symptômes de flétrissement au bout de 40 à 50 jours, à 15° ; la plante meurt au bout de trois mois environ ; il n'est pas rare cependant qu'elle parvienne à mûrir ses fruits (*fig.* 31).

Si l'inoculation par piqûre est faite dans les stades jeunes, ce sont généralement les vaisseaux primaires qui sont envahis les premiers, puis, plus tard, les vaisseaux secondaires (*fig.* 32 et 33) ; comme dans le cas de la Pomme de terre, on peut observer la formation de lacunes dans le liber.

[1] Le Museum National d'Histoire Naturelle nous a procuré la plupart de ces plantes.

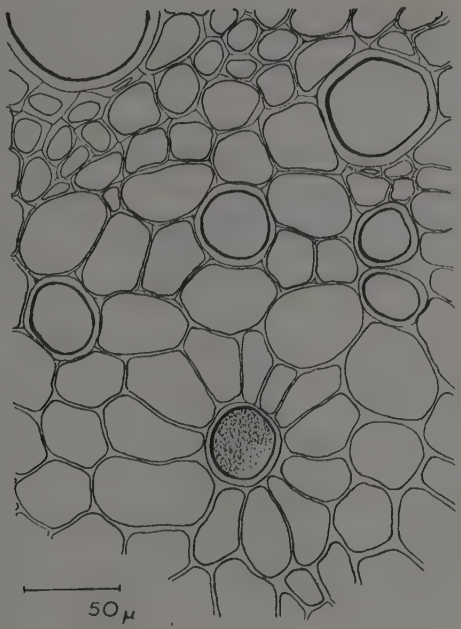


FIG. 32. — Bactéries dans un vaisseau primaire de Tomate inoculée par *C. sepedonicum*, coupe au tiers supérieur de la tige. Inoculation : 23 mars ; examen : 5 juillet 1949.

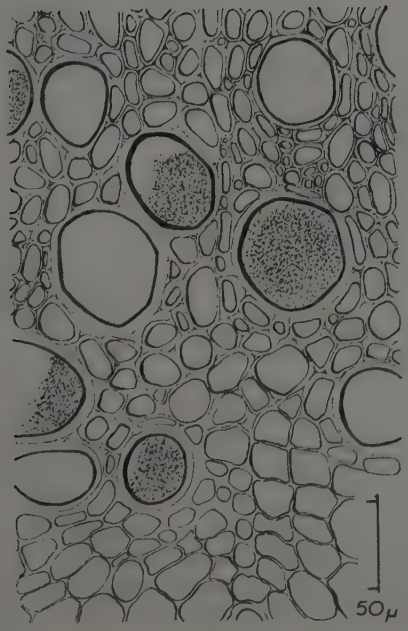


FIG. 33. — Infection de la Tomate par *C. sepedonicum* ; bactéries dans les vaisseaux de la tige. Inoculation : 13 juin ; examen : 12 novembre 1942.

TABLEAU XII.

Hôtes expérimentaux de C. sepedonicum (*Souche* 38 *B*) 1945.

Famille	Espèces	Date de l'inoculation	Stade	Résultats
Crucifères.....	*Brassica asperifolia* LAMK. var. *oleifera*	8 juin	Floraison	Négatif
	Brassica Napus L. var. *oleifera* D.C.	8 juin	Floraison	Négatif
Linacées.....	*Linum usitatissimum* L.	11 avril	Plante : 15 cm	Négatif
Géraniacées...	*Tropaeolum majus* L.	28 août	Floraison	Négatif
Balsaminacées.	*Impatiens balsamina* L.	20 juin	Plante : 15 cm	Négatif
Papilionacées..	*Phaseolus vulgaris* L.	20 juin	2 feuilles	Négatif
	Pisum sativum L.	19 mai	8 feuilles	Négatif
	Soja maxima (L.) Piper, var. *Vilnensis*	2 juillet		Négatif
Onagrariées...	*Fuchsia speciosa* Hort.	2 juillet		Négatif
	Vilnensis	2 juillet		Négatif
Cucurbitacées .	*Cucurbita pepo* L	1er août		Négatif
Portulacées....	*Portulaca oleracea* L.	28 août	Plante : 30 cm	Négatif
Ombellifères...	*Daucus carota* L. Ire A.....	8 juin		Négatif
	— 2e A.....	8 juin	Floraison	Négatif
Composées....	*Cosmos bipinnatus* Cav.	24 juillet		Négatif
	Dahlia rosea Cav.	24 juillet		Négatif
	Helianthus annuus L.	2 juillet	Plante : 50 cm	Négatif
	Helianthus tuberosus L.	Avril	Plantation	Négatif
	Tagetes erecta L.	24 juillet		Négatif
Solanacées....	*Capsicum annuum* L.	24 juillet		Négatif
	Datura stramonium L.	28 août	Floraison	Négatif
	Lycopersicum esculentum Mill. .	20 juin (piqûre)		Positif
	—	9 juin (racines)		Positif
	Nicotiana tabacum L.	2 juillet	Floraison	Négatif
	Solanum Melongena L.....	28 août	6 feuilles	Partiel
	Petunia sp.	24 juillet		Négatif
	Solanum tuberosum L.			Positif
Graminées....	*Zea mays* L.	20 juin	Plante : 15 cm	Négatif
Salsolacées....	*Beta vulgaris* L.	24 juillet		Négatif

Autant qu'il soit permis d'en juger à la suite d'essais encore peu nombreux, le *C. sepedonicum* ne disposerait que d'un nombre d'hôtes très restreint, appartenant tous à la famille des Solanacées.

V. — INCIDENCE DU FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN SUR LE RENDEMENT

L'influence que le Flétrissement bactérien exerce sur le rendement de la Pomme de terre est la conséquence d'une réduction de la vigueur des plantes qui meurent prématurément et de la destruction des tubercules par pourriture ; l'importance des dégâts sur les tubercules est variable selon les années et les variétés.

Dans le but de chiffrer l'incidence de la maladie sur la production, nous avons obtenu des renseignements de deux sources, d'une part, de pesées faites dans divers essais comportant des témoins sains, d'autre part, d'essais comparatifs.

a) **Données tirées d'essais divers.** — Les chiffres recueillis concernent la variété « Institut de Beauvais » prise comme type sensible, et d'autres variétés contaminées expérimentalement ; les pesées se rapportent à la production de 10 plantes.

TABLEAU XIII.

Incidence du Flétrissement bactérien sur le rendement. Eléments tirés d'essais de comportement de variétés.

Variétés	P. cent plantes malades	P. cent tubercules atteints	Rendement de 10 plantes en g		Rendement relatif (T = 100)
			Plantes témoins	Plantes infectées	
1941 « Institut de Beauvais » (7 répétitions) :					
1	100	82,5	3 750	940	25,0
6	100	76,1	3 750	660	17,6
11	100	45,0	7 000	770	11,0
16	100	91	3 500	440	12,6
21	88	68,5	7 750	1 770	22,8
26	100	32,5	8 000	1 770	22,1
32	77	30,7	6 250	770	12,3
« Bintje »	77	12,1	11 500	7 000	60,9
« Cellini »	77	43,8	9 250	2 660	28,7
« Erdgold »	80	53,3	7 000	3 200	45,7
« Great scot »	100	43	11 250	5 220	46,4
« Industrie »	55	36,3	6 750	2 770	41,0
« Joséphine »	77	20	5 000	2 200	44,0
« Muntinga 17 »	100	25	7 500	3 440	45,8
« Ostbote »	100	53,7	17 500	3 220	18,4
« Saucisse »	66	24,5	12 750	2 550	20
1943 « Saucisse »	71,4	40,7	5 000	2 850	57

b) **Données tirées d'essais comparatifs.** — L'essai, comportant la contamination artificielle à la plantation, comptait 12 plantes par ligne avec témoin juxtaposé et 5 répétitions, chaque demi-tubercule contaminé ayant sa moitié saine plantée dans la ligne adjacente.

Les éléments d'information relatifs à l'intensité de la maladie et les pesées de récolte sont groupés dans le tableau suivant :

TABLEAU XIV.

Incidence du Flétrissement bactérien sur le rendement. Variété « Institut de Beauvais ». 1943.

Parcelles	Nombre de plantes d'épreuve	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%	Rendement de 10 plantes en g	Rendement relatif (T = 100)
1. Témoin	12	0	0	101	0	0	15 000	100
2. Contaminée ..	12	12	100	49	33	67,3	2 500	16,6
3. Témoin	12	0	0	95	0	0	14 300	100
4. Contaminée ..	12	9	75	60	23	38,3	5 150	36,0
5. Témoin	12	0	0	95	0	0	14 300	100
6. Contaminée ..	10	7	70	45	19	42,2	3 200	22,4
7. Témoin	12	0	0	87	0	0	14 300	100
8. Contaminée ..	12	10	83,3	59	24	40,6	5 150	36,0
9. Témoin	12	0	0	90	0	0	16 000	100
10. Contaminée ..	11	10	90,9	67	30	44,7	5 600	35,0

La production des plantes atteintes par le Flétrissement bactérien peut être considérablement diminuée ; il n'est pas rare que la réduction de récolte dépasse 50 p. cent.

L'effet de cette maladie sur la production peut être comparé à celui qu'exerce la Verticilliose, mais dans ce dernier cas, l'action du parasite se limite à un affaiblissement de la plante, sans qu'il y ait pourriture des tubercules. A titre complémentaire, nous donnons les résultats d'un essai comparatif concernant la Verticilliose (*V. alboatrum R. et B.*) ; la même disposition a été adoptée ; la contamination a été faite dans le sol au moyen de *V. alboatrum* cultivé sur de la paille hachée.

Tableau XV.

Incidence de la Verticilliose (V. alboatrum) sur le rendement de la Pomme de terre. Variété « Institut de Beauvais ». 1939.

Parcelles	Degré d'infection (% plantes atteintes)	Rendement de 10 plantes (en g)	Rendement relatif (T = 100)
1. Témoin	0	12 200	100
2. Contaminée	100	3 800	31,1
3. Témoin	0	9 600	100
4. Contaminée	100	4 600	47,9
5. Témoin	0	10 200	100
6. Contaminée	100	3 600	35,2
7. Témoin	0	10 000	100
8. Contaminée	100	4 400	44,0
9. Témoin	0	11 200	100
10. Contaminée	100	4 200	37,5
11. Témoin	0	15 200	100
12. Contaminée	100	5 200	34,2

Dans l'un et l'autre cas, les différences sont significatives.

Si des maladies vasculaires, comme la Verticilliose et le Flétrissement bactérien venaient à se généraliser à l'ensemble d'une culture, elles devraient figurer parmi les plus redoutables ; leur dispersion limitée, en raison surtout de leur caractère particulier de maladies internes, en atténue, heureusement, les dangers.

VI. — TRANSMISSION HÉRÉDITAIRE ET DISPERSION DU FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN

Dès le début de ce travail, il a paru évident que le Flétrissement bactérien était transmis, d'une année à l'autre, par le tubercule-semence ; il a été facile d'en donner la preuve ; mais comme la plupart des tubercules atteints devenaient inutilisables, il y avait tout lieu de penser que le parasite avait d'autres moyens d'extension ; dès lors, il importait de les mettre en évidence et d'en préciser l'importance ou la portée.

Les observations recueillies et les expériences réalisées sur les moyens d'expansion de la maladie seront groupés dans les chapitres suivants :

1. Transmission héréditaire du flétrissement bactérien.
2. Dispersion au cours du sectionnement des tubercules.
3. Transmission par le sol et le matériel.
4. Discussion.

1. Transmission héréditaire du Flétrissement bactérien.

Dès 1939, la culture de tubercules issus de plantes atteintes de Flétrissement bactérien en 1938 nous donnait des résultats significatifs :

15 tubercules apparemment sains, provenant de plantes malades donnent 9 levées ; en cours de végétation, on note 2 plantes atteintes de nanisme, qui meurent tôt, et, à la récolte, 1 plante dont les tubercules sont atteints de pourriture.

10 tubercules à « cerne jaune » donnent naissance à 7 plantes dont 5 à nanisme très accentué ; à la récolte, sur les 4 plantes qui restent, l'une a des tubercules en voie de décomposition.

En 1941, il a été possible de faire des constatations analogues :

a) 48 tubercules marqués intérieurement du cerne jaune, donnent :

— 28 plantes : 6 plantes sans tubercules,
2 plantes saines,
20 plantes atteintes de flétrissement bactérien.

— 57 tubercules : 32 atteints de pourriture,
25 apparemment sains.

b) 60 tubercules apparemment indemnes, provenant de plantes malades, donnent :

— 55 plantes : 26 plantes saines,
29 plantes atteintes de flétrissement.

— 349 tubercules : 172 atteints de pourriture,
177 apparemment sains.

En 1946, 50 tubercules, issus de plantes malades, donnent :

— 49 plantes : 4 présentent les caractères du nanisme,
7 sont atteintes de flétrissement,
38 n'accusent pas de symptômes.

— 285 tubercules : 12 atteints de pourriture,
273 ne présentent pas de signes certains.

Enfin, en 1946, la descendance de plantes « Institut de Beauvais », inoculées par la souche pure 38 B en 1945, a donné les résultats suivants :

TABLEAU XVI.

	Plantes	Plantes atteintes	Tubercules	Tubercules atteints
Tubercules présentant à la plantation des symptômes légers (yeux, anneau)	7	2	36	2
Tubercules apparemment sains du même lot	9	2	54	3
Tubercules apparemment sains, de pieds atteints	11	4	83	6
Tubercules à cerne jaune germant bien	8	5	25	9
Tubercules apparemment sains, de pieds malades	12	0	55	0

Il est possible de tirer ces conclusions :

Le Flétrissement se transmet, dans une proportion variable, par le tubercule-semence. Les tubercules d'un pied malade ne sont pas tous infectés, mais il apparaît très difficile, à l'examen direct, de discerner ceux qui sont demeurés sains.

Les tubercules à cerne jaune donnent toujours une descendance très atteinte.

2. Dispersion au cours du sectionnement des tubercules.

Le Flétrissement bactérien s'est développé, en France, sur deux variétés à gros tubercules : « Institut de Beauvais » et « Ackersegen », dont la plantation implique généralement le sectionnement des tubercules.

La recherche des modes de contamination ayant montré la possibilité d'infecter des morceaux de tubercules en frottant leur section sur celle d'un tubercule à cerne jaune, il était tout naturel d'étudier ensuite le rôle de la lame de couteau qui sert à trancher les tubercules.

A. Transmission par friction.

a) *Contamination par friction et plantation immédiate.* — En 1940, la contamination par frottement, entre fragments de tubercules sains et de tubercules à cerne jaune, a donné :

35 plantes atteintes sur 52, soit 67,3 p. cent.

51 tubercules altérés sur 161, soit 31,6 p. cent.

Les témoins, plantés à côté, sont demeurés sains.

b) *Contamination par friction et plantation différée.* — La même technique que précédemment, mais avec des délais variables entre l'inoculation et la plantation, a donné les résultats ci-après :

TABLEAU XVII.

	Plantes d'épreuve	Plantes malades	%	Tubercules récoltés	Tubercules malades	%
Témoin sain	18	0	0	121	0	0
Plantation immédiate	52	35	67,3	161	51	31,3
Plantation différée 2 jours	15	7	50	60	17	28,3
— 4 jours	15	9	60	68	14	20,5
— 6 jours	17	15	88,2	68	30	44,1

Sans aller jusqu'à conclure que le fait de laisser cicatriser une plaie contaminée favorise l'infection — ce que semblent montrer les chiffres — nous devons admettre que la dessiccation des blessures infectées ne gêne en rien le développement de la bactérie.

B. Dispersion par la lame de couteau.

Ne soupçonnant pas, *a priori*, l'étendue de la dispersion par la lame d'un couteau qui a servi à trancher un tubercule contaminé, nous

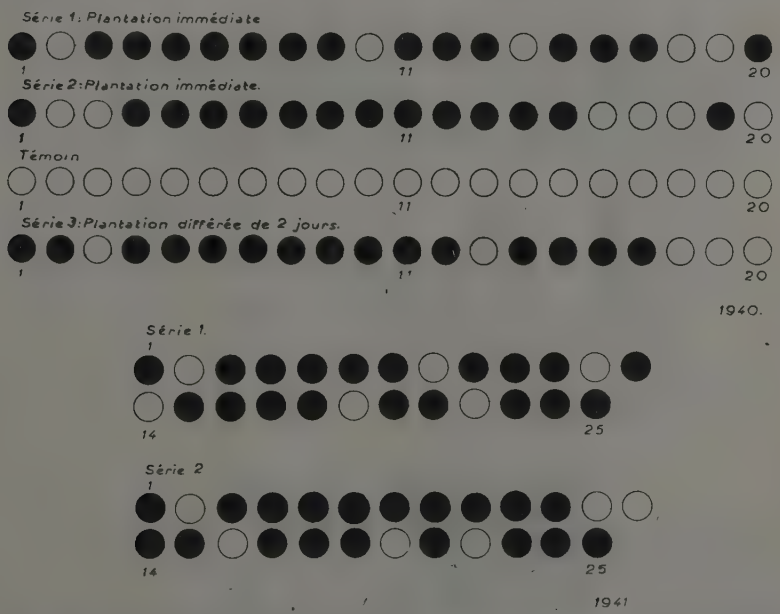


FIG. 34. — Etendue de la dispersion du Flétrissement bactérien au cours du sectionnement des tubercules de semence. Séries 1940 et 1941 (les cercles noirs représentent les plantes malades).

avons réalisé des expériences successives dont il suffirait de relater les dernières pour montrer l'importance de ce mode de dispersion.

On a inoculé des séries de tubercules numérotés coupés au moyen d'une lame n'ayant tranché qu'une fois un tubercule à cerne jaune ;

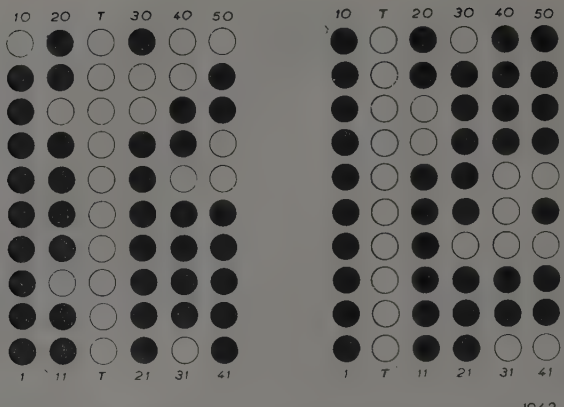


FIG. 35. — Etendue de la dispersion du Flétrissement bactérien au cours du sectionnement des tubercules. Séries 1942.

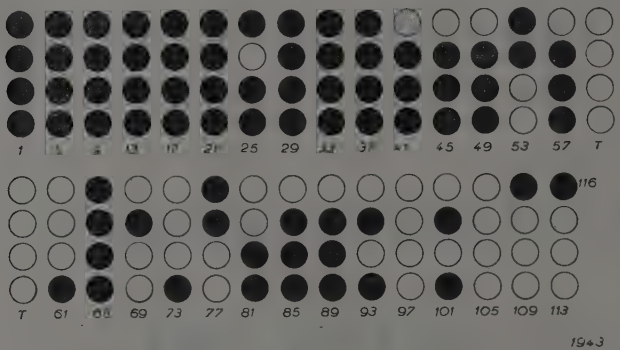


FIG. 36. — Etendue de la dispersion du Flétrissement bactérien au cours du sectionnement des tubercules. Série 1943.

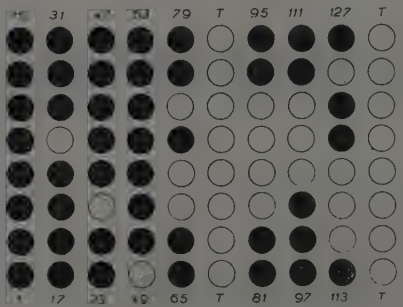


FIG. 37. — Etendue de la dispersion du Flétrissement bactérien au cours du sectionnement des tubercules. Série 1943 (les tubercules de rang impair, seuls, ont été plantés).

les tubercules ont été plantés dans le même ordre ; on a noté la présence ou l'absence de la maladie sur chacune des plantes. Des lignes témoins, coupant les séries sur le terrain, sont destinées à montrer qu'il n'y a pas eu transmission de proche en proche.

C'est ainsi qu'en 1939, 1940, 1941, 1942 et 1943, des essais de cet ordre ont porté sur des séries de 15, 20, 25, 50, 116 et 127 tubercules.

Les diagrammes qui représentent les plans de ces essais montrent que l'inoculation peut atteindre et dépasser le centième fragment de tubercule (*fig.* 34, 35, 36, 37).

3. Transmission par le sol et le matériel.

Rôle du sol. — Nous n'avons pas de faits d'observation précis montrant que l'agent du Flétrissement bactérien de la Pomme de terre peut se maintenir dans le sol et que l'infection des plantes pourrait avoir cette origine ; on trouverait plutôt des arguments opposés :

— les tentatives d'isolement à partir de terre prélevée autour de plantes malades ont toujours conduit à des résultats négatifs ;

— nous n'avons jamais observé le passage de la maladie d'une plante malade à une plante saine, l'une et l'autre placées côte à côte, à une distance de 40 à 60 cm.

— *in vitro*, le *Corynebacterium sepedonicum* se maintient difficilement sur de la terre stérilisée ;

— enfin, les mesures simples prises en France, notamment l'élimination des plantes malades, ont suffi à faire disparaître le Flétrissement, à peu près complètement, dans des régions où il avait pu prendre une assez grande extension.

Toutefois, nous avons cherché à vérifier les possibilités d'infection par le sol en réalisant deux groupes d'essais :

a) *Plantation de pommes de terre en sol artificiellement contaminé.*

b) *Essais d'infection par les racines.*

a) **Plantation de pommes de terre en sol artificiellement contaminé.** — *Technique* : on emploie les souches 38 B et D 4 cultivées sur gélose Dykstra. Avant la plantation, on arrose le sillon ouvert avec une suspension de bactéries dans l'eau : 15 tubes de culture sur gélose de 6 jours dans 10 l d'eau pour 4 m 50 de sillon. Les tubercules placés sont recouverts immédiatement pour éviter que la culture ne se dessèche.

Deux essais, en 1945 et 1947, ont donné des résultats négatifs et montré qu'il est difficile d'obtenir des infections par le sol dans des conditions où la contamination par la lame de couteau ou par piqûre donne des résultats positifs.

TABLEAU XVIII.

Possibilités de contamination par le sol. 1945.

Mode de contamination	Plantes d'épreuve	Plantes infectées	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%
Souche 38 B						
Sol infecté :						
Tubercules entiers	30	0	0	179	0	0
Tubercules coupés	30	0	0	128	0	0
Sol non infecté :						
Tubercules coupés	15	0	0	61	0	0
Souche 38 B sur lame de couteau	14	6	42,8	58	17	29,3

1947.

Souches	Mode de contamination	Plantes d'épreuve	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%
	Témoin sain	10	0	0	48	0	0
38 B	Contamination des bourgeons	10	7	70	52	18	34,6
38 B	Contamination du sol; tubercules coupés	20	0	0	110	0	0
D 4	Contamination des bourgeons	10	8	80	63	17	26,9
D 4	Contamination du sol; tubercules coupés	20	0	0	111	0	0

b) **Essai d'infection par les racines.**

1. Sur la Pomme de terre.

2. Sur la Tomate.

1. *Sur la Pomme de terre.* — Des plantes de la variété « Institut de Beauvais » plantées le 11 mai 1945 sont contaminées au début de la floraison, le 25 juin ; à cet effet, on blesse les racines par deux coups de bêche de chaque côté de la plante ; on verse, dans la cavité, une suspension de bactéries (souche 38 B) : 6 tubes de culture de 6 jours dans 7,5 l d'eau pour 15 plantes. Des plantes à racines intactes sont arrosées avec la même suspension.

Résultats. — Avec lésions de racines : il ne se manifeste pas de flétrissement ni de pourriture ; cependant, le 17 octobre, l'examen microscopique de coupes faites dans les tiges révèle la présence de bactéries dans les vaisseaux chez 4 plantes ; elles sont abondantes à la base des plantes ; il y aurait donc eu une infection tardive qui n'aurait pas eu d'effets apparents sur la végétation.

Sans lésions de racines : ni flétrissement, ni pourriture ; pas de bactéries dans les vaisseaux de 12 plantes examinées.

D'autre part, 6 plantes sur 14, inoculées sur la coupe du tubercule-mère ont présenté les symptômes habituels.

2. *Sur la Tomate.* — Des tomates, variété « Merveille des Marchés », élevées en pots de 8 cm, sont repiquées en pleine terre le 9 juin (stade 8-10 feuilles) ; après dépotage, les racines sont rompues tout autour du cylindre de terre et l'ensemble de la motte est immergé dans une suspension de bactéries de la souche 38 B : 6 tubes de culture de 15 jours dans 0,5 l d'eau pour 16 plantes ; les plantes sont mises en place immédiatement.

Les Tomates sont disposées sur 4 lignes alternées de 8 plantes, saines ou contaminées.

Au cours de la végétation, il n'apparaît aucun symptôme sur les plantes témoins, mais dès le 15 septembre, des plantes se flétrissent dans les séries contaminées : 4 plantes sur 16 le 15 septembre, 8 sur 16, le 22. L'examen microscopique définitif, le 17 octobre, donne les résultats suivants :

Série témoin : 16 plantes indemnes ;

Série contaminée : 16 plantes atteintes ; les vaisseaux des racines et des tiges sont très envahis ; les bactéries atteignent le 1/3 ou les 3/4 de la hauteur des plantes ; les sommets n'en renferment pas encore. En moyenne, les bactéries ont parcouru 60 cm en 130 jours.

Dans un autre essai analogue, 8 tomates contaminées au repiquage, sans autres blessures de racines que celles inévitables, ont donné lieu à 6 infections positives.

L'ensemble de ces résultats nous montre la facilité avec laquelle la Tomate pourrait être attaquée par la voie des racines si la bactérie persistait dans le sol. Les résultats moins probants obtenus dans le cas de la Pomme de terre peuvent être dus à ce que les plantes ont été contaminées à un stade plus tardif et sur des plaies de racines moins importantes.

Nous devons admettre la possibilité d'infection par les racines, mais elle n'aurait pas ici l'importance qu'on lui accorde dans le cas du *Bacterium solanacearum* E.F. Smith (Labrousse F., 1932).

Rôle du matériel dans la contamination et la dispersion. — Certains attribuent au matériel et aux instruments de culture un rôle non négligeable dans la dissémination ; la bactérie pourrait se maintenir dans les paniers et les sacs ; les planteuses et les arracheuses seraient capables de propager le « Ring-rot » de la Pomme de terre (Dykstra T.P.) (1941), Kendrick (J.B.), Ark (P.A.), Scott (E.) (1941), Knorr (L.C.) (1943), Perrault (C.) (1948).

Un seul essai se rapporte à ce chapitre. On a éprouvé, au printemps, la contagiosité de clayettes ayant porté tout l'hiver des tubercules à symptômes sûrs et très accentués ; certains, même, à cerne jaune, avaient été coupés pour qu'il y ait contact du mucus infectieux avec le bois.

Des tubercules d'épreuve, sectionnés, frottés sur les clayettes et

plantés, n'ont pas donné de plantes malades ; par contre, d'autres, contaminés par la mucosité jaunâtre d'un tubercule conservé sur la clayette, ont été infectés.

TABLEAU XIX.

Rôle du matériel dans la contamination et la dispersion, 1946.

Inoculations	Plantes d'épreuve	Plantes malades	%	Tubercules récoltés	Tubercules malades	%
Témoin non contaminé ..	8	0	0	41	0	0
Contamination par l'inoculum complexe	10	8	80	53	17	32
Contamination par friction sur le bois des clayettes.	12	0	0	83	0	0

Il ne semble pas que l'agent du Flétrissement bactérien puisse se maintenir longtemps en dehors du tubercule.

4. Discussion.

Les résultats acquis sur la transmission héréditaire et la dispersion du Flétrissement bactérien sont en accord avec les travaux parus sur le « Ring-rot » de la Pomme de terre. Deux faits semblent dominer le sujet :

la transmission d'une année à l'autre par les tubercules atteints mais encore susceptibles de se conserver et de germer ;

la dispersion à la faveur de la fragmentation des tubercules.

Les autres moyens d'extension (sol, matériel, plantes-hôtes) ne joueraient qu'un rôle secondaire, en tout cas fort discuté.

La transmission par le tubercule est admise par tous les auteurs qui ont abordé le sujet ; SPIECKERMANN (A.) (1912), STAPP (C.) (1930), RACICOT (H.N.), SAVILE (D.B.O.), CONNERS (I.L.) (1938), BARIBEAU (B.) (1931-1937-1940), BONDE (R.) (1939), EDDINS (A.H.) (1940), en font état et conseillent l'emploi de semences saines.

La dispersion par la lame de couteau au cours de la fragmentation du tubercule est un fait également bien établi.

En France, l'extension du Flétrissement bactérien apparaît bien très étroite mentliée à l'emploi de semences malades chez des variétés dont on sectionne couramment les tubercules à la plantation.

Pour KENDRICK (J.B.), ARK (P.A.), SCOTT (E.) (1941), SKAPTASON (J.B.) (1943), la transmission par le sol n'aurait pas encore été démontrée d'une manière irréfutable ; cependant, dans cet ordre d'idées, BONDE (R.) (1939) déclare avoir observé l'extension du « Ring-rot » sur la pente d'un terrain, dans le sens de l'écoulement des eaux.

Par ailleurs, TEXERA (D.A.), MULLER (A.S.) montrent que de la terre infectée naturellement, séchée, perd toute activité au bout de 4 mois.

Si l'on ajoute que les hôtes secondaires de *C. sepedonicum* sont très peu nombreux et ne renferment pas de plantes de grande culture, il est permis de penser qu'avec une rotation normale, le maintien et l'extension du Flétrissement bactérien ne dépendront vraisemblablement que de l'emploi de tubercules contaminés [1].

VII. — POSSIBILITÉS DE TRAITEMENT CHIMIQUE

Les données et les faits acquis, à ce jour, sur les conditions d'infection et de dispersion du Flétrissement bactérien de la Pomme de terre, portent à croire que le champ d'application des mesures de lutte pourrait se restreindre au tubercule-semence.

La transmission héréditaire étant établie et la maladie s'éteignant d'elle-même en quelques années, il y a intérêt à éliminer les tubercules issus de plantes malades : la méthode est celle des épurations en cours de végétation.

La pratique du sectionnement des tubercules tend à propager le Flétrissement bactérien :

a) Les fragments d'un tubercule infecté donnent naissance à autant de pieds malades. La plantation de tubercules entiers limite la propagation au chiffre des tubercules atteints ; les épurations ultérieures doivent en éliminer la descendance.

b) Le couteau contaminé étend considérablement la dispersion. Si l'on se trouve dans l'obligation de sectionner les tubercules, il vient à l'idée soit de stériliser la lame du couteau qui a touché un tubercule infectieux, soit de désinfecter les fragments qu'on aura préparés sans prendre de précautions d'aseptie.

Dans l'ordre où l'on aurait pu intervenir pour s'opposer au développement du Flétrissement bactérien, les recherches qui vont être exposées maintenant concernent :

1° la désinfection de la lame de couteau ;

2° le traitement des fragments de tubercules contaminés ;

3° un essai, très limité, de traitement des plantes par voie interne.

1° Désinfection de la lame de couteau ; essais d'inactivants.

Technique. — La lame de couteau qui a servi à trancher un tubercule à cerne jaunâtre — lequel provient d'une plante contaminée l'année précédente par la souche 38 B — est soumise à des essais de désinfection par différents procédés physiques ou chimiques.

[1] Il n'est pas fait allusion à l'influence des facteurs externes (humidité, température) sur le développement du « Flétrissement bactérien » dont l'étude n'a pu être entreprise. Il n'est pas douteux, cependant, que les conditions climatiques interviennent. Selon les années, les flétrissements se manifestent plus ou moins tôt : fin juillet, août, septembre. Les symptômes sont plus tardifs les années humides (1948) et les pourritures souvent moins importantes les années sèches (1947, 1949).

Deux méthodes auraient permis de contrôler la stérilisation obtenue :

a) l'ensemencement sur milieu nutritif du mucus adhérant à la lame après le traitement et la caractérisation des souches bactériennes obtenues ;

b) l'épreuve de la virulence du mucus en faisant appel à l'inoculation.

En raison des difficultés que présentait la première méthode, c'est à la seconde qu'on a eu recours.

Après avoir été contaminée, puis traitée, la lame est employée pour couper des tubercules sains ; les fragments, mis en terre, donneront naissance à des plantes saines ou malades selon que la stérilisation aura été efficace ou se sera montrée inopérante.

Les morceaux de tubercules d'épreuve, au nombre de 10 à 30 par essais (1re colonne des tableaux) sont immédiatement plantés en terre ; on note le développement de la maladie pendant la végétation (nombre de flétrissements) et à la récolte (pourriture de tubercules).

Plusieurs séries d'essais ont été réalisées en 1941, 1942, 1943, 1945 1946 et 1947 ; nous donnons d'abord les détails dans l'ordre chronologique, puis une synthèse des résultats.

TABLEAU XX.

Essais d'inactivants sur la lame de couteau. 1941.

Nature des traitements	Nombre de tubercules d'épreuve	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin sain :						
« Institut de Beauvais » ...	30	0	0	172	0	0
« Ackersegen »	12	0	0	265	0	0
Lame non désinfectée :						
« Institut de Beauvais » ...	30	26	86	116	61	52
« Ackersegen »	12	12	100	177	78	44
Sulfate de cuivre 0,50 p. cent, 4 min :						
« Institut de Beauvais » ...	24	18	75	118	41	34
« Ackersegen »	12	12	100	199	116	58
Sulfate de cuivre 2 p. cent, 4 min :						
« Institut de Beauvais » ...	24	21	87	119	65	54
« Ackersegen »	12	10	83	163	57	35
Bichlorure de mercure 10 p. mille, 4 min						
« Institut de Beauvais »	24	0	0	122	0	0
« Ackersegen »	12	0	0	127	0	0
Formol commercial 0,5 p. cent :						
« Institut de Beauvais » ...	24	18	75	105	44	41
« Ackersegen »	12	12	100	140	84	60
Formol commercial 2 p. cent :						
« Institut de Beauvais »	24	12	87	154	68	44
« Ackersegen »	12	12	100	138	82	59
Alcool à 95° :						
« Institut de Beauvais » ...	24	1	4	103	1	0,9
« Ackersegen »	12	1	8	143	1	0,7
Eau de Javel pure :						
« Institut de Beauvais »	24	2	2	130	3	2
« Ackersegen »	12	0	0	126	0	0

Essais d'inactivants sur la lame de couteau. 1942.

Nature des traitements	Nombre de tubercules d'épreuve	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin sain	18	0	0	84	0	0
Lame non désinfectée	19	14	73	74	46	62,1
Eau de Javel pure, 4 min	18	0	0	119	0	0
— 50 p. cent, 4 min	19	0	0	106	0	0
— 10 p. cent, 4 min	18	0	0	115	0	0
Nitrate d'argent, 1 p. mille, 4 min	15	2	13	108	2	1,8
— 10 p. mille, 4 min	18	3	16	85	6	7
Bichlorure de mercure, 10 p. mille, 4 min	16	0	0	95	0	0
— 20 p. mille, 4 min	18	0	0	134	0	0

Essais d'inactivants sur la lame de couteau. 1943.

Nature des traitements	Nombre de tubercules d'épreuve	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin sain	33	0	0	263	0	0
Lame non désinfectée	34	28	82	128	71	55
Flambage au bec Bunsen	12	1	8	84	8	2
Bichlorure de mercure, 10 p. mille sans séjour	12	2	16	93	9	9
— 10 p. mille, 4 min	12	0	0	86	0	0
Chloromercuriphénol, 10 p. mille, 4 min	10	3	30	74	17	22
Eau de Javel pure, sans séjour dans bain	12	2	16	92	10	10
— 50 p. cent, sans séjour ds bain	11	6	54	75	22	29
— 50 p. cent, séjour 4 min	10	2	20	91	4	4
Chloramine T (1), 10 p. mille, 4 min	12	11	91	68	29	56
1 Chloro-2 Naphtol, 10 p. mille, 4 min	12	9	75	60	29	48
Lessive de soude pure, 35° B, séjour 4 min.	12	1	8	99	1	1
— pure, sans séjour	11	0	0	88	0	0
— 50 p. cent, sans séjour	9	0	0	67	0	0
— 10 p. cent, séjour 4 min	12	0	0	111	0	0
— 10 p. cent, sans séjour	10	4	40	72	8	11
Lessive de potasse pure, 35° B, séjour 4 min.	12	0	0	77	0	0
— pure, sans séjour	10	2	20	70	2	2
— 50 p. 100, sans séjour	12	0	0	96	0	0
— 10 p. cent, séjour 4 min	12	1	8	91	2	2
— 10 p. cent, sans séjour	12	3	25	73	4	5
Arséniate de plomb, 20,2 p. cent As :						
à 1 p. cent, séjour 4 min	12	10	83	59	28	47
à 1 p. cent, sans séjour	11	7	63	30	22	73
Paraminobenzène sulfamide, sel ferrique, 10 p. mille, séjour 4 min	11	8	72	54	30	55
α-(paraaminobenzène sulfamido) pyridine (2 p. mille As) à 10 p. mille, séjour 4 min.	12	8	66	73	32	43

(1) Chloramine T : sodiumtoluène parasulfone chloramide.

Essais d'inactivants sur la lame de couteau. 1945.

Nature des traitements	Nombre de tubercules d'épreuve	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin sain	15	0	0	73	0	0
Lame non désinfectée	15	8	53	79	25	31
Eau bouillante, sans séjour	15	3	20	75	4	5
— séjour 2 min	15	0	0	76	0	0
Eau à 80°, sans séjour	15	2	13	77	0	0
— séjour 2 min	14	0	0	57	0	0
Eau à 60°, sans séjour	15	4	26	91	6	6
— séjour 2 min	15	1	6	90	5	5
Hexachlorobenzène :						
5 p. mille, sans séjour	14	12	85	61	33	54
5 p. mille, séjour 2 min	15	6	40	58	8	13
5 p. dix mille, sans séjour	15	11	73	57	27	47
5 p. dix mille, séjour 2 min	15	5	33	75	8	10
Sulfamide soluble « S » (1) :						
1 p. cent, sans séjour	14	13	92	62	31	50
1 p. mille, sans séjour	11	9	81	47	30	63
1 p. mille, séjour 2 min	15	9	60	61	18	29

Essais d'inactivants sur la lame de couteau. 1946.

Témoin sain	10	0	0	60	0	0
Lame non désinfectée	59	40	67	295	86	29
Bichlorure de mercure, 1 p. mille, séjour 2 min	9	1	11	75	3	4
Iode, solution de Lugol (2) (1-2-100) :						
sans séjour	10	1	10	79	3	3
séjour 2 min	10	1	10	62	3	4
à 0,5 p. cent I^2, sans séjour	9	2	22	71	4	5
à 0,5 p. cent I^2 séjour 2 min	10	2	20	56	3	5
à 0,1 p. cent I^2, sans séjour	8	2	25	56	9	16
à 0,1 p. cent I^2, séjour 2 min	9	2	22	66	10	15
à 0,05 p. cent I^2, sans séjour	9	7	77	43	17	39
à 0,05 p. cent I^2, séjour 2 min	10	5	50	73	6	8
Iode, formule Iverson (3) sans séjour	9	0	0	53	0	0
Sulfate neutre d'orthooxyquinoléine :						
à 10 p. mille, sans séjour	8	7	87	52	18	34
à 5 p. mille, sans séjour	10	3	30	37	2	5
à 5 p. mille, séjour 2 min	10	5	50	69	21	30
Acide acétique, 2 p. cent, sans séjour	10	4	40	64	16	25
— 2 p. cent, séjour 2 min	7	0	0	51	0	0
Acide salicylique, 2 p. mille, séjour 2 min	9	3	33	50	6	12
Acide phénique, 1 p. cent, séjour 2 min	9	8	88	55	23	41
Anhydride maléique, 2 p. mille, séjour 2 min.	8	6	75	59	16	27
Anhydride sulfureux : eau sulfitée à demi-saturation (4) :						
sans séjour	10	6	60	56	16	28
séjour 2 min	9	4	44	38	4	10
Bouillie sulfocalcique 5 p. cent, séjour 2 min.	9	2	22	49	2	4
Nicotine, 2 p. mille (de l'extrait de Sulfate de nicotine à 500 g par litre), séjour 2 min.	10	8	80	76	34	44
Vert malachite, 2 p. mille, séjour 2 min	10	6	60	50	16	28

(1) *Sulfamide soluble* « S » : dosée par cc à six centigrammes (0,06 g) de *p*-(γ-phénylpropylamino) benzène sulfamide α-γ-disulfonate de sodium (correspondant à 0,02 g de *p*-aminobenzène sulfamide).

(2) Solution de Lugol : Iode : 1 g ; Iodure de potassium : 2 g ; Eau : 100 cc.

(3) Formule Iverson : Iode : 4 g ; Iodure de potassium : 8 g 5 ; Glycérine : 60 cc ; Eau : 1 l.

(4) Eau sulfitée à saturation : densité 1050 ; 16 p. cent SO^2.

Essais d'inactivants sur la lame de couteau. 1947.

Nature des traitements	Nombre de tubercules d'épreuve	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin sain	12	0	0	76	0	0
Lame non désinfectée	13	5	38	66	11	16
Crésyl à 10 p. cent, sans séjour	12	2	16	65	2	3
— séjour 2 min	13	0	0	82	0	0

Récapitulation. — De l'ensemble des résultats exposés, il ressort clairement que l'on peut fort bien empêcher la dispersion au cours de la fragmentation des tubercules en stérilisant la lame de couteau ; il apparaît possible de faire appel à des moyens physiques ou chimiques efficaces.

Moyens physiques. — *La chaleur.*

Le flambage — d'usage courant dans les laboratoires — permet évidemment la stérilisation, mais son dosage est imprécis ; dans l'essai cité (1943), son action est demeurée incomplète.

L'eau chaude peut être employée. La détermination de la température mortelle de la souche pure 38 B, éprouvée sur une lame de couteau par des chauffages dans l'eau pendant 10 *minutes*, a donné le chiffre de 55°.

Tableau XXI.

Températures	Nombre de tubercules d'épreuve	Nombre de plantes malades	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin 38 B sur lame non chauffée	14	6	42	58	17	29
38 B sur lame, eau à 45° pendant 10 min	15	3	20	65	3	4
— — 50° —	15	2	13	73	2	2
— — 55° —	15	0	0	68	0	0
— — 60° —	15	0	0	67	0	0
— — 70° —	13	0	0	63	0	0

Pour une durée de chauffage de 2 *minutes*, les essais de 1945 montrent que la température du bain ne devrait pas descendre au-dessous de 80° ; de leur côté, Roehl (L.M.) et Knorr (L.C.) (1944) estiment que le bain doit être maintenu constamment à la température de l'ébullition.

Moyens chimiques. — Parmi les composés chimiques employés, en solution ou en suspension, il est possible d'indiquer :

a) des produits actifs,

b) des produits d'efficacité insuffisante ou nulle.

a) *Produits actifs* :

1. Les sels de mercure : bichlorure de mercure, à 2 p. cent.

2. L'eau de Javel, pure ou diluée, à 50 p. cent.

3. Le crésyl, à 10-20 p. cent.

4. L'iode, en solution iodo-iodurée, à 1 ou 2 p. cent d'iode ; l'addition de glycérine, indiquée par IVERSON (V.E.) et KELLY (H.C.) (1940) améliore l'efficacité du traitement.

5. Les lessives de potasse ou de soude, à 35° B, pures ou diluées à 50 p. cent, donnent des résultats constants.

6. L'acide acétique, à 4 ou 5 p. cent.

Les concentrations indiquées sont, en général, des richesses minima ; en raison de la faible quantité de liquide nécessaire, il est permis d'augmenter notablement ces doses ; il apparaît encore que la désinfection n'est jamais instantanée et qu'il faille, le plus souvent, admettre un temps de trempage.

b) *Produits d'efficacité nulle ou insuffisante* :

Acide phénique
Acide salicylique
Anhydride maléique
Anhydride sulfureux
Arséniate de plomb
Aldéhyde formique (formol)
Bouillie sulfocalcique
Chloramine T
Chloromercuriphénol
1 Chloro, 2 Naphtol
Hexachlorobenzène
Nicotine
Nitrate d'argent
Sulfate de cuivre
Sulfate neutre d'orthooxiquinoléine
Sulfamides
Thymol
Vert malachite

2° Traitement des fragments de tubercules contaminés.

Comme dans le cas de la Fusariose du tubercule (*F. caeruleum*), la désinfection des fragments contaminés par l'agent du Flétrissement bactérien se heurte à de réelles difficultés ; elles se rapportent aux notions habituelles

de spécificité des bactéricides,
de sensibilité propre des tubercules,
de délais entre contamination et traitement.

Les essais réalisés en 1942, 1946, 1947 et 1948, dont les détails figurent dans les tableaux annexes, nous ont montré que les sels de mercure seraient, actuellement, les seuls produits suffisamment actifs ; malheureusement leur nocivité pour les organes charnus paraît en interdire l'emploi ; c'est ainsi qu'en solution, l'emploi des sels solubles à la concentration de 5 p. mille retarde déjà la levée de 8 jours et que, sous forme de poudre (800 g pour 100 kg), les produits provoquent un retard de 15 à 20 jours ou empêchent toute levée. De plus, le moindre

délai (6 h) entre le sectionnement des tubercules et le traitement réduit sensiblement l'action du traitement.

L'iode, indiqué par Iverson (V.E.) et Kelly (H.C.) (1940), la thiourée, d'efficacité moindre, présentent les mêmes dangers que les dérivés du mercure.

Signalons enfin que Brown (J.G.) et Boyle (A.M.) (1944) d'une part, Van Schaak (V.) (1948) d'autre part, ont signalé la sensibilité, *in vitro*, de *C. sepedonicum* à l'action de la pénicilline et de la streptomycine.

Tableau XXII.

Essais de traitement des fragments contaminés. 1942.

Nature des traitements	Nombre de fragments	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin sain	12	0	0	81	0	0
Témoin contaminé	19	9	47	121	18	14
Eau de Javel, 10 p. cent, 20 min	18	10	55	109	11	10
Bichlorure de mercure, 1 p. mille, 20 min	18	2	11	137	2	1
Nitrate d'argent, 1 p. mille, 20 min	18	13	72	87	31	35

Essais de traitement des fragments contaminés. 1946.

Nature des traitements	Nombre de fragments	Nombre de plantes atteintes	%	Nombre de tubercules récoltés	Nombre de tubercules atteints	%
Témoin sain	10	0	0	60	0	0
Témoin contaminé	59	40	67	295	86	29
Iode 0,8 p. cent, trempage 3 min (1) : (Formule Iverson : I^2 4 g) KI 8,5 g) Eau 500 cc)	10	—	—	—	—	—

(1) Le traitement à l'iode a tué les bourgeons et empêché toute levée.

Essais de traitement des fragments contaminés. 1947.

Nature des traitements	Nombre de fragments	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%	Observations
Témoin sain	12	0	0	76	0	0	
Témoin contaminé	12	8	66	81	33	40	
Chaux vive, poudrage immédiat.	12	7	58	75	16	21	
Produit organo-mercurique Cr, 1,5 p. cent Hg :							
poudrage immédiat ..	11	0	0	60	0	0	Retard 15 j à la levée.
poudrage différé 6 h.	12	4	33	77	5	6	—
— 24 h.	12	6	50	82	13	15	

Essais de traitement des fragments contaminés (suite). 1947.

Nature des traitements	Nombre de fragments	Plantes atteintes	%	Tubercules récoltés	Tubercules atteints	%	Observations
Produit organo-mercurique Ag, 1,2 p. cent Hg :							
poudrage immédiat ..	12	—	—	—	—	—	Levée nulle.
— différé 24 h.	12	—	—	—	—	—	—
Produit organo-mercurique Sg, 1,2 p. cent Hg :							
poudrage immédiat ..	12	5	41	78	10	12	Retard 15 j à la levée.
— différé 24 h.	12	3	25	68	7	10	—
Tétrachloroquinone, 20 p. cent :							
poudrage immédiat ..	12	8	75	71	15	21	
— différé 6 h..	12	7	58	71	15	21	
Oxychloronaphtoquinone, 25 % :							
poudrage immédiat ..	12	5	41	71	6	8	
— différé 6 h..	12	9	75	75	16	21	
Acide acétique, 8 p. mille :							
trempage 5-7 min....	12	5	41	83	15	18	
Thiourée, 20 p. cent :							
Poudrage immédiat ..	9	1	11	55	2	3	Long retard intoxication.
— différé 6 h..	10	2	20	74	2	2	—
Trichlorodinitrobenzène, 20 % :							
poudrage immédiat ..	24	15	62	135	29	21	
— différé 6 h.	12	9	75	82	29	35	
— — 24 h.	24	14	58	125	43	34	

Essais de traitement des fragments contaminés. 1948.

Témoin sain	12	0	0	101	0	0	
Témoin contaminé	10	9	90	77	22	28	
Produit organo-mercurique P^1 (Silicate, 1,5 p. cent Hg) :							
poudrage immédiat ..	12	0	0	82	0	0	Retard 15 j à la levée.
Produit organo-mercurique P^2 (Chlorure) 3,5 p. cent Hg :							
Solution à 5 p. mille, trempage 10 min...	12	4	25	98	10	10	Retard 8 j.
Produit organo-mercurique Ad (Chlorure et iodure), 2,4 p. cent Hg :							
Solution à 5 p. mille, trempage 10 min...	9	4	44	38	7	18	Retard 8 j.
Hyposulfite de benzidine, 0,7 p. mille :							
trempage 10 min	12	12	100	166	52	31	
Orangé d'acridine brillant E.A. :							
Solution à 2 p. mille, trempage 10 min ...	12	11	91	93	39	41	
Vert acide (Vert Lumière) :							
Solution 2 p. mille, trempage 10 min ..	12	11	91	95	35	36	

3° Essais de traitement interne par les sulfamides.

En août, des plantes de la variété « Institut de Beauvais » montrant les premiers signes de flétrissement ont été soumises à un traitement par les sulfamides solubles (produit renfermant 0,02 g de paraminobenzène sulfamide par cc dilué au 1/5 dans l'eau distillée). Le liquide a été introduit dans la plante en adaptant, sur un rameau latéral sectionné, un tube en caoutchouc relié à une pipette de 10 cc remplie du liquide.

Deux plantes ont été traitées ; au cours du traitement, du 13 au 20 août 1946, les tiges ont absorbé respectivement 16 et 25 cc de solution.

Il n'y a pas eu de guérison ; comme les témoins, les plantes d'expérience étaient entièrement flétries le 31 août.

Conclusions.

Aux Etats-Unis, le traitement chimique du « Ring-rot » a fait l'objet de recherches étendues et d'essais nombreux, recherches de laboratoire sur l'activité des produits ou essais pratiques de désinfection du matériel ou des tubercules. Les auteurs se sont attachés, notamment, à mettre au point des moyens de désinfection de la lame de couteau pour préconiser l'emploi de l'eau bouillante (Roehl (L.M.) et Knorr (L.C.) (1944), Starr (G.H.) (1944), Kreutzer (W.H.), Lane (G.H.), Paschal (J.L.) (1946), de l'iode (Dykstra (T.P.) (1940), Iverson (V.E.) et Kelly (H.C.) (1940), ou des sels de mercure (Dykstra T.P.) (1940), Starr (G.H.) (1940), Bonde (R.) et Merriam (D.) (1948).

A cette liste, nous ajoutons les lessives alcalines pures ou diluées et l'acide acétique.

Dans le traitement des morceaux de tubercules, Bonde (R.) et Merriam (D.) (1948) ont constaté l'efficacité des sels de mercure mais aussi leur nocivité ; Kendrick (J.B.), Ark (P.A.), Scott (E.) (1941) considèrent que la désinfection des fragments de tubercules par l'iode, le permanganate de potassium ou les produits organo-mercuriques n'entrave nullement le développement de la maladie.

Ainsi, les possibilités de traiter le Flétrissement bactérien en faisant appel à des moyens chimiques sont très limitées et se réduisent à la désinfection de la lame de couteau qui sert à trancher les tubercules, mesure simple, élégante, efficace, très importante si l'on connaît l'étendue de la dispersion au cours du sectionnement, mais peut-être un peu théorique et d'application difficile dans les milieux agricoles.

VIII. — RÉSISTANCE VARIÉTALE

L'importance économique du Flétrissement bactérien et les difficultés de le combattre ont donné un intérêt particulier à l'étude du comportement des variétés.

Depuis 1941, en liaison avec la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, nous avons poursuivi les épreuves de sensibilité en faisant appel à l'infection expérimentale.

Les résultats, encore très incomplets, qui vont être exposés, se rapportent à 9 ans d'essais.

Méthode d'épreuve. — Nous avons d'abord utilisé directement une souche pure, active, (38 B), entretenue sur milieu artificiel. La perte de virulence qui se remarquait déjà la 3e année nous a conduit à modifier la technique que nous avions d'abord adoptée. La même souche a servi mais en la maintenant dans le tubercule d'une année à l'autre, l'exsudat de tubercules à cerne jaunâtre servant à inoculer les tubercules d'épreuve. La technique est également celle à laquelle R. Bonde (1942) dut recourir pour éprouver la sensibilité des variétés au « Ringrot ».

Les tubercules — 15 à 20 par variété — sont inoculés par friction sur une coupe fraîche ; celle-ci doit, le plus possible, toucher les germes ; il est important, en effet, que la bactérie rencontre les vaisseaux et les résultats négatifs sont souvent dus à ce que la bactérie n'a pu les atteindre. On aurait pu, sans doute, employer d'autres méthodes ; la contamination des plaies de dégermage aurait peut-être été préférable : des portes d'entrée dans les vaisseaux, un retard à la germination des bourgeons secondaires, sont autant de conditions favorables à l'infection.

Comparés à des tubercules témoins de la variété « Institut de Beauvais », les tubercules de chaque variété sont inoculés et plantés immédiatement, en pleine terre, dans les conditions de la culture normale.

On note les flétrissements qui se manifestent pendant la végétation, et, à la récolte, la proportion de tubercules atteints ainsi que les types de pourriture observés.

Types de pourriture. — Les caractères des altérations varient quelque peu suivant les variétés. Avec tous les intermédiaires, deux types sont fréquents :

Chez des variétés, indépendamment des crevasses à la surface de la peau, on constate la prédominance des symptômes de pourriture molle où interviennent les bactéries du groupe *E. carotovora* ; la moelle des tubercules peut être liquéfiée ; les dégâts sont très apparents et graves ; les tubercules qui pourrissent en terre dépassent souvent 30 p. cent de la récolte des pieds atteints. Ce serait le cas des variétés « Institut de Beauvais », « Arran Banner » (*fig.* 38), « Early Rose », « Flava », « Violette d'Auvergne », « Wohltmann ».

Chez d'autres variétés prédomine la dissociation des tissus qui donne à la chair la texture d'une pomme de terre cuite ou d'un fruit

mûr ; le tubercule peut garder son aspect normal, les dégâts sont peu visibles, les pourcentages de tubercules atteints sont faibles, mais la pourriture jaunâtre qu'ils renferment est très infectieuse ; il s'agit probablement de variétés moins sensibles à *E. carotovora* ; c'est généralement le cas de « Cellini », « Eerstelingen «, « Industrie », « Fluke », « Flourball ». « Muntinga 17 », « Great Scott », « Parnassia ».

Enfin, certaines variétés, comme « Akersegen ». « Ostbote », « Saucisse », « Bintje », présentent des altérations de l'un ou l'autre type, souvent très développées. (*fig.* 39).

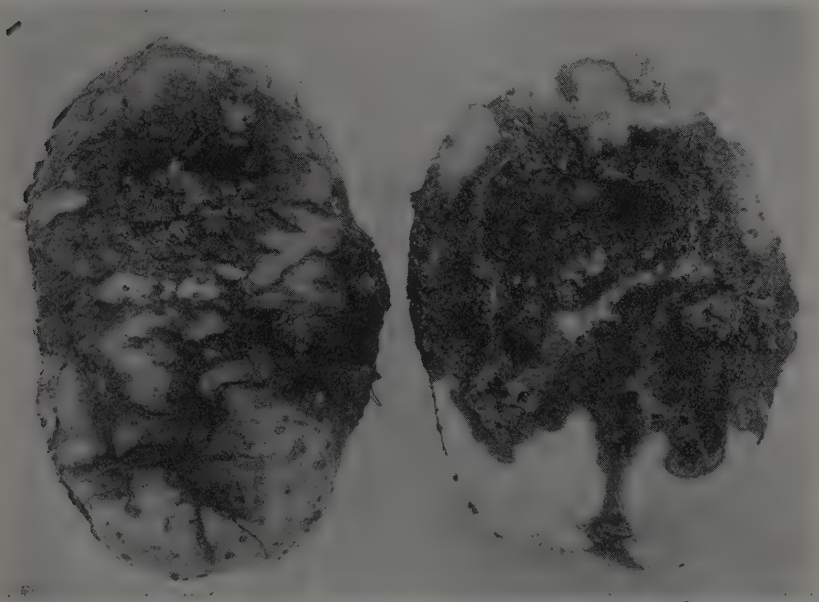


FIG. 38. — Comportement des variétés ; caractères des pourritures sur la variété « Arran Banner ».

Notation et classement. — Le détail des résultats figure dans des tableaux où les variétés sont rangées par ordre alphabétique ; en regard de chacune sont inscrits les pourcentages de plantes et de tubercules atteints (1).

Les variétés qui ont accusé d'emblée de fortes attaques n'ont subi

(1) Dans la dernière colonne des tableaux figure une notation simplifiée :

Sensibilité égale à celle d' « Institut de Beauvais »	(=)
Sensibilité inférieure à celle d' « Institut de Beauvais »	(—)
Sensibilité supérieure à celle d' « Institut de Beauvais »	(+)
Résistance notable	(R)
Pas d'attaque (un seul essai)	(O)

qu'une épreuve ; un bon nombre d'entre elles ont été l'objet de plusieurs essais ; il convient, en particulier, de faire des réserves dans le cas de variétés qui n'ont pas contracté la maladie à la suite d'un seul essai ; c'est ainsi, par exemple, que la variété « Katahdin », non atteinte en 1945, est notée sensible au « Ring rot » (Bonde R.) (1942).

Un classement définitif des variétés nous paraît encore prématuré

Fig. 39. — Comportement des variétés ; flétrissement tardif, variété « Robusta » fin août 1949.

mais cependant, en tablant sur les résultats acquis et sur une impression d'ensemble, il serait permis de proposer un ordre et d'admettre qu'il existe :

1. des variétés souvent plus sensibles que « Institut de Beauvais » ;

2. des variétés assez nombreuses, presque aussi sensibles que « Institut de Beauvais » ;

3. des variétés peu atteintes ;

4. des variétés très probablement résistantes.

Des exemples :

1. Variétés souvent plus sensibles que « Institut de Beauvais » :

« Ostbote »
« Saucisse »

2. Variétés de sensibilité comparable à celle d' « Institut de Beauvais » :

« Ackersegen »
« Agnès »
« Arran Banner »
« Carnea »
« Cellini »
« Craig's Defiance »
« Great Scot »
« Industrie »
« Joséphine »
« Libertas »
« Loman »
« Meerlander »
« Muntinga 17 »
« Noordeling »
« Prummel 202 »
« Record »
« Reditel Figna »
« Sneeuw »
« Voran »

3. Variétés toujours peu atteintes :

« Arran Peak »
« B. 127 »
« Belle de Fontenay »
« B.F. 15 »
« Dorst U 243 »
« Epicure »
« Frühbote »
« Ratte »
« Rosa »
« Sieglinde »

4. Variété probablement résistante :

« Furore » (1).

Les travaux réalisés aux Etats-Unis sur le « Ring rot » de la Pomme de terre concernent également la question des variétés résistantes ; ces travaux ont déjà abouti dans quelques cas et des variétés ont manifesté une résistance appréciable à l'infection artificielle ; ce sont notamment les suivantes :

Variété « Friso » (var. hollandaise), et variété « Président » (var.

(1) Caractères et aptitudes de la variété « *Furore* » (d'après R. Diehl), 1938).

Origine : Roode Star × Alpha, par J.C. Dorst (Hollande) en 1924 ; mise au commerce en 1930.

Synonymie : Néant.

Tubercule : peau rouge ; rond ; *yeux* superficiels, répartis sur toute la surface du tubercule ; *chair* jaune à grain assez fin ; *germe* rouge, petit ; *pilosité :* 0 + ; développement tardif.

Feuillage : port dressé, buissonnant ; *tige* pigmentée, pigmentation étendue à toute la plante ; *feuille* moyenne, vert grisâtre luisant ; pétiole rougeâtre ; *folioles* petites, pointues ; 1 à 2 paires de folioles intercalaires.

Fleur : inflorescence faible à pédoncule court ; *fleur* mauve à pointes blanches ; petite à moyenne, normale ; calice à sépales courts ; *floraison* et *fructification* assez abondantes.

Précocité : 3-4 (variété demi-tardive à tardive).

Résistance aux maladies : Mildiou : 3 ; *Galle verruqueuse :* résistante ; sensible à l'*Enroulement* et à la *Verticilliose.*

Utilisation et aptitudes culturales : grande consommation ; farineuse à la cuisson ; rendement assez bon.

anglaise) (Ried W.A.), Stevenson (F.J.), Clark (C.F.), Akeley (R.) (1942).

Variété « Teton » (Ried W.A.), Stevenson (F.J.), Bonde (R.) (1946), Bonde (R.), Merriam (D.) (1948).

Variété « Saranac » (Stevenson (F.J.), Livermore (J.R.) (1949).

R. Bonde et ses collaborateurs (1942) ont étudié la descendance de plusieurs croisements entre variétés résistantes et variétés sensibles ; ils observent la résistance chez plus de la moitié des lignées et considèrent qu'il doit être assez facile d'associer la résistance au « Ring rot » à d'autres caractères utilitaires.

Nature de la résistance. — Des observations recueillies sur le comportement des variétés de pommes de terre, il nous est difficile de tirer des conclusions nettes sur les modalités de la résistance au Flétrissement bactérien. Nous constatons couramment que les variétés précoces, à cycle court, sont toujours peu atteintes par la maladie, et que, par contre, les variétés tardives, à cycle long, renferment le plus grand nombre d'exemples de sensibilité ; la variété « Furore » serait une exception ; quoique tardive, « Furore » n'a jamais manifesté de flétrissement typique ni de pourriture de tubercules ; pourtant, une année, nous avons observé la présence de bactéries dans les vaisseaux de quelques tiges, à la fin de la végétation ; sa résistance ne serait donc pas absolue.

L'absence d'infection, le degré d'infection ou l'intensité des symptômes dépendent parfois de la possibilité pour la bactérie de pénétrer dans les vaisseaux et des facilités qui lui sont offertes ; le *C. sepedonicum* est un parasite de blessures et sa pénétration peut rencontrer des obstacles mécaniques.

La résistance peut dépendre de causes physiologiques ; en cultivant le *C. sepedonicum* sur des extraits de pommes de terre (feuilles, tiges, tubercules) Snieszko (S.F.) et Bonde (R.) (1943) ont remarqué que les variétés résistantes donnent un jus peu favorable à la croissance de la bactérie ; rappelons que Rojalin (L.B.) (1935) a vu une relation entre le métabolisme des sucres et la sensibilité des variétés au « Ring-rot ».

Enfin, dans un ordre d'idées un peu différent, la comparaison d'exsudats infectieux provenant de variétés sensibles et de variétés résistantes inoculés à des variétés sensibles, a montré à Starr (G.H.) et Riedl (W.A.) (1948) que le passage sur variétés résistantes ne modifie pas la virulence de *C. sepedonicum*.

TABLEAU XXIII.

Sensibilité des variétés de Pommes de terre au Flétrissement bactérien (C. sepedonicum).

Variétés	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	Sensibilité par rapport à « Institut de Beauvais »
« Institut de Beauvais» Témoin ... Plantes	80	83	75	66	68	50	37	68	57	
Tubercules	63	45	53	47	35	26	17	26	26	
« Ackersegen » ... Pl.	100	70	57	100	—	—	—	—	—	(=)
T.	38	40	13	56	—	—	—	—	—	
« Agnès » ..... Pl.	—	—	—	77	—	—	—	—	—	(=)
T.	—	—	—	48	—	—	—	—	—	
« Akebia » ..... Pl.	—	—	—	—	86	—	—	—	—	(=)
T.	—	—	—	—	46	—	—	—	—	
« Alberta » ..... Pl.	—	—	—	—	13	0	50	—	—	(—)
T.	—	—	—	—	5	0	11	—	—	
« Alpha » ..... Pl.	—	—	—	—	0	0	0	25	—	(—)
T.	—	—	—	—	0	0	0	7	—	
« Aquila » ..... Pl.	—	—	—	—	21	50	—	—	—	(—)
T.	—	—	—	—	9	8	—	—	—	
« Altgold » ..... Pl.	—	75	42	—	—	—	—	—	—	(= —)
	—	36	21	—	—	—	—	—	—	
« Ari » Z.P.C. 40-405 Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	69	(= —)
T.	—	—	—	—	—	—	—	—	24	
« Arran Banner » . Pl.	—	—	—	87	—	—	—	—	—	(=)
T.	—	—	—	51	—	—	—	—	—	
« Arran Bard » ... Pl.	—	—	—	—	—	18	0	—	—	(—)
T.	—	—	—	—	—	5	0	—	—	
« Arran Consul » . Pl.	—	—	—	—	—	50	0	16	—	(—)
T.	—	—	—	—	—	25	0	5	—	
Arran Peak » ... Pl.	—	—	—	—	—	0	—	—	—	(O)
T.	—	—	—	—	—	0	—	—	—	
Arran Pilot » ... Pl.	—	—	—	—	—	—	16	41	—	(—)
T.	—	—	—	—	—	—	5	11	—	
« Arran Victory » . Pl.	—	—	—	—	—	8	0	28	—	(—)
T.	—	—	—	—	—	1	0	10	—	
« B.127 »..... Pl.	—	—	—	—	25	—	—	—	—	(—)
T.	—	—	—	—	6	—	—	—	—	
« Belle de Fontenay » .... Pl.	0	25	0	0	0	0	0	25	13	(— R)
T.	0	14	0	0	0	0	0	5	3	
« B.F.15 » ..... Pl.	—	—	—	—	—	—	—	0	0	(O)
T.	—	—	—	—	—	—	—	0	0	
« Bétéka » ..... Pl.	—	—	—	—	—	36	27	—	—	(—)
T.	—	—	—	—	—	14	7	—	—	
« Bévélander » ... Pl.	—	—	—	—	—	58	22	—	—	(= —)
T.	—	—	—	—	—	18	10	—	—	
« Bintje » ..... Pl.	75	54	75	—	—	—	33	50	—	(= —)
T.	12	8	38	—	—	—	7	24	—	
« Bonnotte de Noirmoutier » .. Pl.	—	—	—	—	15	33	27	100	—	(—)
T.	—	—	—	—	13	9	7	74	—	
« Bronderslev » .. Pl.	—	—	—	—	—	16	0	—	—	(—)
T.	—	—	—	—	—	3	0	—	—	
« Carnea » ..... Pl.	—	90	100	—	—	—	—	—	—	(=)
T.	—	39	63	—	—	—	—	—	—	
« Cellini » ..... Pl.	77	88	40	—	—	—	—	—	—	(=)
T.	41	32	20	—	—	—	—	—	—	
« Craig's Defiance » Pl.	—	—	—	—	85	—	—	—	—	(=)
T.	—	—	—	—	35	—	—	—	—	
« Dagmar » ..... Pl.	—	—	—	—	—	55	50	—	—	(=)
T.	—	—	—	—	—	16	17	—	—	
« Dianella » ..... Pl.	—	—	—	85	—	—	—	—	—	(=)
T.	—	—	—	44	—	—	—	—	—	

Variétés		1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	Sensibilité par rapport à « Institut de Beauvais »
« Doon Star »	Pl.	—	—	—	—	6	—	—	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
« Doon star 5785 »	Pl.	—	—	—	—	—	27	72	—	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	—	6	30	—	—	
« Doré »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	45	(—)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	11	
« Dorst U.243 »... (Furore × Katahdin)	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	0	(O)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	0	
« Draga »	Pl.	—	—	—	—	—	10	0	0	0	(—)
	T.	—	—	—	—	—	2	0	0	0	
« Duchesse »	Pl.	—	—	—	—	64	—	—	—	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	20	—	—	—	—	
« Dunbar Rover ».	Pl.	—	—	—	—	50	25	—	—	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	25	9	—	—	—	
« Early rose »	Pl.	—	62	—	—	—	—	—	—	—	(—)
	T.	—	28	—	—	—	—	—	—	—	
« Edelgard ».....	Pl.	—	75	50	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	—	36	26	—	—	—	—	—	—	
« Epicure »	Pl.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	(O)
	T.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	
« Erdgold »	Pl.	80	66	—	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	53	53	—	—	—	—	—	—	—	
« Eerstelingen » (origine tchèque)	Pl.	—	—	—	—	—	63	33	—	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	—	28	5	—	—	
« Eerstelingen » ..	Pl.	44	11	—	—	—	—	—	—	—	(—)
	T.	31	7	—	—	—	—	—	—	—	
«Etoile du Léon »	Pl.	87	60	—	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	39	11	—	—	—	—	—	—	—	
« Feuergold »	Pl.	—	33	33	80	—	—	—	—	—	(—)
	T.	—	7	3	13	—	—	—	—	—	
« Flava »	Pl.	87	50	—	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	19	4	—	—	—	—	—	—	—	
« Flora »	Pl.	—	—	—	—	—	58	20	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	—	17	9	—	—	
« Flourball »	Pl.	50	0	50	—	—	—	—	—	—	(—)
	T.	15	0	30	—	—	—	—	—	—	
« Fluke »	Pl.	42	70	—	—	—	—	—	—	—	(—)
	T.	9	19	—	—	—	—	—	—	—	
« Fram »	Pl.	—	81	62	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	—	31	57	—	—	—	—	—	—	
« Frühbote »	Pl.	—	—	0	—	—	—	—	—	—	(O)
	T.	—	—	0	—	—	—	—	—	—	
« Frühmölle »	Pl.	—	—	28	—	—	—	—	—	—	(—)
	T.	—	—	7	—	—	—	—	—	—	
« Furore ».....	Pl.	0	0	0	0	0	0	—	0	0	(R)
	T.	0	0	0	0	0	0	—	0	0	
« Great Scot »	Pl.	100	88	—	—	—	—	—	—	—	(=)
	T.	43	20	—	—	—	—	—	—	—	
« Herbsrote »	Pl.	—	—	—	—	15	75	33	50	—	(—)
	T.	—	—	—	—	3	23	1	14	—	
« Hetman »	Pl.	—	85	33	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	—	14	3	—	—	—	—	—	—	
« Ideaal »	Pl.	—	—	—	—	40	—	—	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	31	—	—	—	—	
« Ijsselster »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	26	(—)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	3	

Variétés		1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	Sensibilité par rapport à « Institut de Beauvais »
« Industrie »	Pl.	55	80	75	—	—	—	—	—	—	(=)
	T.	36	35	29	—	—	—	—	—	—	
« International Prime »	Pl.	—	—	—	—	0	9	22	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	0	1	10	—	—	
« Joséphine »	Pl.	40	88	100	—	—	—	—	—	—	(=)
	T.	25	24	24	—	—	—	—	—	—	
« Katahdin »	Pl.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	O
	T.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	
« Kerr's Pink » ...	Pl.	—	—	—	—	—	16	42	—	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	—	5	15	—	—	
« King Edward VII »	Pl.	—	—	—	—	9	16	33	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	3	21	17	—	—	
« Konsuragis » ...	Pl.	—	10	80	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	—	1	54	—	—	—	—	—	—	
« Kotnov »	Pl.	—	—	—	—	—	27	28	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	—	10	7	—	—	
« Krasava »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	33	—	(—)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	3	—	
« Krebsfeste Kaiserkrone » ..	Pl.	—	—	0	—	—	—	—	—	—	O
	T.	—	—	0	—	—	—	—	—	—	
« Libertas »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	66	(=)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	34	
« Locko R.S.T. » .	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	33	(—)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	3	
« Loman »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	80	(=)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	20	
« Majestic »	Pl.	55	60	50	22	0	0	0	—	—	(—)
	T.	9	12	14	5	0	0	0	—	—	
« Marta »	Pl.	—	—	—	—	—	41	50	—	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	—	16	7	—	—	
« Meerlander » ...	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	85	(=)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	15	
« Merveille d'Amérique » ..	Pl.	66	30	—	—	—	—	—	—	—	(—)
	T.	25	2	—	—	—	—	—	—	—	
« Merkur »	Pl.	—	80	62	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	—	4	9	—	—	—	—	—	—	
« Mittelfrühe » ...	Pl.	—	—	33	—	—	—	—	—	—	(—)
	T.	—	—	10	—	—	—	—	—	—	
« Muntinga 17 » ..	Pl.	100	100	—	—	—	—	—	—	—	(=)
	T.	25	58	—	—	—	—	—	—	—	
« Noordeling » ...	Pl.	—	—	—	—	—	63	60	—	—	(=)
	T.	—	—	—	—	—	18	14	—	—	
« Ostbote »	Pl.	100	88	14	100	60	41	83	87	—	(= +)
	T.	51	51	7	54	25	14	39	39	—	
« Parnassia »	Pl.	55	87	—	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	12	21	—	—	—	—	—	—	—	
« Pontiac »	Pl.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	(O)
	T.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	
« Primula »	Pl.	—	—	—	—	—	0	33	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	—	0	15	—	—	
« Prisca »	Pl.	—	100	57	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	—	12	24	—	—	—	—	—	—	
« Prummel P.202 »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	93	(=)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	36	
« Prummel P.299 »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	13	(—)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	

Variétés		1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	Sensibilité par rapport à « Institut de Beauvais »
« Ratte »	Pl.	—	—	—	—	0	0	9	0	0	R
	T.	—	—	—	—	0	0	0,4	0	0	
« Record »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	93	(=)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	45	
« Reditel Figna »	Pl.	—	—	—	—	—	50	55	—	—	(=)
	T.	—	—	—	—	—	34	23	—	—	
« Rénéta »	Pl.	—	—	—	—	—	58	37	—	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	—	11	8	—	—	
« Robusta »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	35	(—)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	8	
« Rohliky »	Pl.	—	—	—	—	—	16	18	0	—	(—)
	T.	—	—	—	—	—	6	2	0	—	
« Roode star »	Pl.	—	—	0	—	0	0	45	—	—	(—)
	T.	—	—	0	—	0	0	9	—	—	
« Rosa »	Pl.	11	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	T.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
« Royal Kidney »	Pl.	88	90	—	—	—	—	—	—	—	(= —)
	T.	21	21	—	—	—	—	—	—	—	
« Saskia »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	75	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	16	—	
« Saucisse »	Pl.	62	86	100	—	—	—	100	72	—	(= +)
	T.	20	30	67	—	—	—	23	35	—	
« Sebago »	Pl.	—	—	—	—	16	—	—	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	8	—	—	—	—	
« Séquoia »	Pl.	—	—	—	—	71	—	—	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	30	—	—	—	—	
« Sieglinde »	Pl.	—	—	25	0	0	45	33	—	—	(—)
	T.	—	—	3	0	0	13	5	—	—	
« Sirtema »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	46	(— —)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	9	
« Sneeuw »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	60	(=)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	23	
« Souvenir »	Pl.	—	—	—	—	—	8	0	—	—	(—)
	T.	—	—	—	—	—	1	0	—	—	
« Ultimus »	Pl.	—	44	0	0	0	0	8	8	0	(—)
	T.	—	8	0	0	0	0	1	1	0	
« Up-to-date »	Pl.	—	—	—	—	—	25	0	75	—	(—)
	T.	—	—	—	—	—	4	0	20	—	
« Viola »	Pl.	—	—	14	75	13	0	0	0	0	(—)
	T.	—	—	1	27	2	0	0	0	0	
« Violette d'Auvergne »	Pl.	11	70	85	—	—	—	—	—	—	(—)
	T.	3	17	20	—	—	—	—	—	—	
« Voran »	Pl.	—	100	83	90	—	—	—	—	—	(=)
	T.	—	57	40	25	—	—	—	—	—	
« Wilpo »	Pl.	—	—	—	—	80	—	—	—	—	(= —)
	T.	—	—	—	—	11	—	—	—	—	
« Wohltmann »	Pl.	11	0	0	0	—	—	—	—	—	(— R)
	T.	1	0	0	0	—	—	—	—	—	
« 42-81 »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	46	(—)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	10	
« 42-116 »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	0	
« 44 H. 33 »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	38	(—)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	5	
« 44 H. 41 »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	73	(=)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	20	
« 43-28 »	Pl.	—	—	—	—	—	—	—	—	53	(=)
	T.	—	—	—	—	—	—	—	—	3	

IX. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La maladie de la Pomme de terre décrite dans ce mémoire sous le nom de Flétrissement bactérien a été signalée en France vers 1934 ; les études dont elle a été l'objet depuis ont permis de la rapprocher d'une affection connue en Allemagne et aux Etats-Unis sous des termes qui en rappellent également les principaux symptômes : « Bakterienringfaüle », « Bacterial wilt », « Ring rot », et attribuée à l'action d'une bactérie pathogène, *Corynebacterium sepedonicum* (Spieckermann et Kotthoff), Skaptason et Burkholder.

Maladie vasculaire, elle se caractérise par un flétrissement des touffes accompagné de la décomposition des tubercules en terre ; par les symptômes sur le feuillage (progression de bas en haut, non-généralisation obligatoire à toutes les tiges), le Flétrissement bactérien rappelle la Verticilliose (*V. alboatrum* R. et B.) et les pourritures des jeunes tubercules ne diffèrent pas essentiellement de celles que provoque *Erwinia carotovora*. Pendant longtemps, en France, on a considéré que le cerne jaunâtre interne des tubercules était un caractère de la Verticilliose, aussi est-il fort possible que l'on ait pu confondre la maladie avec la Verticilliose d'une part, et les pourritures molles bactériennes d'autre part, et qu'ainsi le Flétrissement bactérien soit antérieur à 1934.

Les isolements en culture pure, la caractérisation et l'étude expérimentale des agents ont mis en évidence une bactérie pathogène comparable à *Corynebacterium sepedonicum*. L'organisme présente des caractères assez particuliers : bactérie petite, non mobile, irrégulière de forme, à croissance très lente sur tous les milieux courants, formant un sédiment abondant dans l'eau de condensation des tubes de gélose, crème-jaunâtre ou crème-pâle, souvent visqueuse sur les milieux additionnés de sucres, gram-positive dans les cultures âgées, d'activité biochimique très généralement faible ou nulle.

Par inoculation, la bactérie détermine le flétrissement de la Pomme de terre et, secondairement, la pourriture des tubercules formés ; elle se montre active, expérimentalement, sur la Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) et l'Aubergine (*Solanum Melongena L.*).

Dans les conditions naturelles, le *C. sepedonicum* traduit sa présence par un ensemble de symptômes qu'il convient d'observer pendant toute la végétation : nanisme des plantes, flétrissement tardif, pourriture d'aspect différent selon le degré de maturité des tubercules ou la variété de pomme de terre.

La bactérie se comporte en parasite de blessures et sa pénétration dans la plante paraît impliquer des lésions qui intéressent les tissus vasculaires ; sa progression est lente ; elle persiste dans les tubercules les moins atteints par les pourritures molles ; elle se révèle transmissible d'une année à l'autre par le tubercule et inoculable au cours de la fragmentation des tubercules destinés à la plantation.

Les tubercules issus de plantes atteintes de flétrissement tardif donnent un pourcentage élevé de plantes malades ; certaines restent chétives et meurent de bonne heure ; cette forme dépend de l'infection massive des bourgeons avant le départ de la végétation.

L'agriculteur dissémine inconsciemment la maladie en tranchant les tubercules destinés à la semence ; des essais nombreux ont montré l'étendue et souligné le danger de la dispersion par la lame de couteau contaminée au contact d'un tubercule infectieux. On trouve là une explication au fait que le Flétrissement bactérien se limite strictement à quelques variétés à gros tubercules (« Institut de Beauvais », « Ackersegen »), pour lesquels le sectionnement est la règle.

Les autres moyens possibles de conservation du parasite (sol, matériel, plantes-hôtes) auraient un rôle secondaire.

En précisant la part de chacun des facteurs, les résultats acquis au cours de cette étude ont permis de préconiser un ensemble de moyens de lutte capables de restreindre sensiblement l'extension de la maladie ; ils concernent notamment :

la plantation de tubercules entiers ou, éventuellement, la désinfection du couteau ;

l'élimination des plantes malades.

Le flétrissement demeure localisé aux plantes issues de tubercules ou de fragments contaminés ; il ne paraît pas s'étendre en plein champ de plantes malades à plantes saines ; pour cette raison, l'emploi de tubercules entiers limite la transmission aux plantes issues des tubercules malades.

Si l'on doit recourir au sectionnement des tubercules, la désinfection de la lame de couteau est une précaution recommandable ; des procédés simples, peu coûteux, ont été indiqués ; ils se rapportent à l'emploi de l'eau bouillante, de l'eau de Javel, des lessives alcalines, du crésyl ou des dérivés mercuriques solubles.

A l'usage, l'élimination soignée des plantes malades s'est révélée la mesure la plus utile et la mieux acceptée ; elle vise l'arrachage des plantes atteintes de la forme « nanisme » et, plus tard, de toutes les touffes qui se flétrissent en fin de végétation.

Par la sévérité des normes d'acceptation des cultures (1), la Commission officielle de Contrôle de la Production du plant sélectionné a rendu cette mesure obligatoire ; son application par les soins des Services techniques de la Fédération Nationale des Producteurs de pommes de terre s'est avérée très efficace.

Au cours d'essais répétés, la variété « Furore » a montré une grande résistance au Flétrissement bactérien.

(1) Le règlement technique du Contrôle de la production des pommes de terre destinées à la semence précise que les cultures ne devront pas accuser plus de 1, 2 ou 3 p. cent de plantes atteintes de Flétrissement bactérien, selon les classes, ni plus de 0, 0,5, 1 p. cent au dernier contrôle.

La Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pommes de terre nous a toujours apporté un concours qui nous fut précieux ; nous en remercions très vivement MM. DEMESMAY, Secrétaire Général, et L'HARIDON, Directeur de Syndicat.

Reçu le 5 janvier 1950.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME. — The occurence in the United States of the tuber-ring rot and wilt of the Potato. *Plant Dis. Rep.*, XXII, 22, p. 444-445, 1938 (*R.A.M.*, XVIII, 6, p. 412, 1939).

ANONYME. — Diseases of vegetable crops. *Plant Dis. Rep. Suppl.*, 110, p. 413, 1938.

ANONYME. — Plant Pathology Department, *Rep. Fla. Agric. Exp. Sta.*, 1937-1938, p. 109-128, 3 fig., 1939 (*R.A.M.*, XVIII, 12, p. 788, 1939).

ANONYME. — Report of progress for year ending june 30, 1941. Bull. Maine Agric. Exp. Sta. 405, p. 401-535, 3 fig., graph. 1941 (*R.A.M.*, XXI, p. 321-322, 1942).

ANONYME. — *Report of the Science Service, Dominion Department of Agriculture*, p. 54, Ottawa, mars 1948.

ARK (P.H.), TOMPKINS (C.M.). — A soft rot Bacteriosis of Pumkin fruits. *Phytopathology*, XXVIII, p. 350-355, 4 fig., 1938.

ARK (P.A.). — The use of iodine in the control of Potato Ring rot and scab. *Phytopathology*, XXXI, p. 954 (Note), 1941.

ARK (P.A.). — The use of iodine in the control of Potato ring rot and scab. *Phytopathology*, XXXI, 10, p. 954-956, 1941.

BARIBEAU (B.). — Bacterial Ring rot of Potatoes. (*Amer. Potato Journ.*, XXV, n° 3, p. 71-82, 1948).

BELOWA (Mme O.D.). — Ring rot of Potato and its control. *C.R. Pan. Sov. V.I., Lenin Acad. Agric. Sci. Moscow*, p. 21-26, 3 fig., 1940 (*R.A.M.*, XX, p. 419, 1941).

BENSAUDE (M.). — Rapport entre la distribution des bactéries et la flétrissure dans les plantes parasitées par le *Corynebacterium sepedonicum* (SPIECKERMANN et KOTTHOFF), SKAPTASON et BURKHOLDER. *Boletim Sociedade Broteriana*, vol. XX, 2e série, p. 5-14, 1946.

BENSAUDE (M.). — Multiplication et migration du *Corynebacterium sepedonicum* dans les tissus de plantes infectées. *Boletim Sociedade Broteriana*, vol. XX, 2e série, p. 15-31, 1946.

BONDE (R.). — A bacterial wilt and soft rot of the potato in Maine. *Phytopathology* XXVII, p. 106-108, 2 fig., 1937.

BONDE (R.). — Bacterial wilt and soft rot of the Potato. *Amer. Potato Journ.*, XVI, 5, p. 109-114, 3 fig., 1939 (*R.A.M.*, XVIII, n° 9, p. 613, 1939).

BONDE (R.). — Bacterial wilt and soft rot of the Potato in Maine. *Maine Sta. Bull.*, 396, p. 675-694, 4 fig., 1939.

BONDE (R.), STEVENSON (F.J.), CLARK (C.F.), AKELEY (R.V.). — Resistance of certain Potato varieties and seedling progenies to « Ring rot ». *Phytopathology*, XXXII, p. 813-819, 1942.

BONDE (R.), SNIESZKO (S.). — On the survival of *Corynebacterium sepedonicum* under various storage conditions. *Phytopathology*, XXXIII, p. 1110 (Note), 1943.

BONDE (R.), SNIESZKO (S.). — Potatoes. *Maine Agric. Exp. Sta.; Bull.*, 420, p. 419-482, 4 fig., 1943.

BONDE (R.), MERRIAM (D.). — Disinfectants for control of « Ring rot ». *Maine Agric. Exp. Sta.; Bull.* 460, p. 44, 1948.

BONDE (R.), MERRIAM (D.). — Resistance to Ring rot and Late blight (*Maine Agric. Exp. Sta.; Bull.* n° 460, p. 46, 1948).

BOYD (O.C.). — Two diseases of Potato newly reported from Massachussetts. *U.S. Depart Agric. Plant. Dis. Rep.*, 23, 322, 1939.

BREED (R.S.), MURRAY (E.G.D.), HITCHENS (A.P.). — Bergey's manual of determinative Bacteriology. Six. Edition, Baltimore, 1948.

BROWN (J.G.) et BOYLE (Alice). — Effect of penicillin on a plant pathogen. *Phytopathology*, XXXIV, 8, p. 760-761, 1 fig., 1944.

BURKHOLDER (W.H.). — The occurence in the United States of the tuber ring rot and wilt of Potato, *Phytomonas sepedonica* (SPIECKERMANN u. KOTTHOFF), BERGEY et al. *Amer. Potato Journ.*, XV, 9, p. 243-245, 1938 (*R.A.M.*, XVIII, n° 1, p. 53, 1939).

BURKHOLDER (W.H.). — Diagnosis of the bacterial ring rot of the Potato. *Amer. Potato Journ.*, XIX, 10, p. 208-212, 1942 (*R.A.M.*, XXII, p. 107, 1943).

CONNERS (I.L.). — Twenty-first Annual Report of the Canadian Plant Disease Survey, 1941, XVIII, 102 p., 1942 (*R.A.M.*, XXII, p. 9, 1943).

CONNERS (I.L.), SAVILE (D.B.O.). — Twenty-third Annual Report of the Canadian Plant Disease survey, 1943, XVIII, 122 p., 1944 (*R.A.M.*, XXIV, 1, p. 3-4, 1945).

CONNERS (I.L.), SAVILE (D.B.O.). — Twenty-fourth Annual Report of the Canadian Plant Disease survey, 1944, XVIII, 122 p. 1945 (*R.A.M.*, XXV, p. 60, 1946).

COOK (H.T.). — First report of bacterial ring rot in Virginia. *Plant. Dis. Rep.*, XXIV, 13, p. 252, 1940 (*R.A.M.*, XX, p. 32, 1941).

CUNNINGHAM (H.S.). — Bacterial ring rot of Potato in New-York. *The Plant disease Reporter*, vol. XXIII, nº 15, p. 261, 1939.

DAVIDSON (R.S.). — Ring-rot like Symptoms produced by Soft Rot Bacteria in Potato Tubers. *Phytopathology*, XXXVI, p. 237-239 (Note), 1 fig., 1946.

DIEHL (R.). — La Pomme de terre ; caractères et description des variétés. Paris, Imprimerie Nationale, 1938.

DOWSON (W.J.). — On the systematic position and generic names of the gram-negative bacterial plant pathogens. *Zbl. Bakt. Abt.* 2, 9-13, p. 177-193, 1939.

DOWSON (W.J.). — On the Systematic of Gram negative bacterial plant pathogens. *Chron. bot.*, VI, 9, p. 198-199, 1941 (*R.A.M.*, XX, p. 197, 1941).

DOWSON (W.J.). — The identification of the bacteria commonly causing soft rot in plant. *Ann. Appl. Biology*, XXVIII, 2, p. 102-106, 1941 (*R.A.M.*, XX, p. 451, 1941).

DOWSON (W.J.). — The generic name of the gram positive bacterial plant pathogens. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, XXV, 3, p. 311-314, 1942 (*R.A.M.*, XXI, p. 364, 1942).

DOWSON (W.J.). — On the generic names Pseudomonas, Xanthomonas and Bacterium for certain bacterial plant pathogens. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, XXVI, 1-2, p. 4-14, 1943 (*R.A.M.*, XXII, p. 345, 1943).

DOWSON (W.J.). — The taxonomy and Nomenclature of the plant Pathogenic Bacteria. Fourth international Congress for Microbiology, Copenhague. 20, VII-26, VII, p. 135, 1947.

DYKSTRA (T.P.). — Results of experiments in control of bacterial « ring-rot » of Potato in 1940. *Amer. Potato Journ.*, XVIII, 2, p. 27-55, 1941 (*R.A.M.*, XX, p. 273-274, 1941).

DYKSTRA (T.P.). — Compilation of results in control of Potato « ring-rot » in 1941. *Amer. Potato Journ.*, XIX, 9, p. 175-196, 1942 (*R.A.M.*, XXII, p. 105-107, 1943).

EDDINS (A.H.). — Some characteristics of bacterial « ring-rot » of Potatoes. *Amer. Potato Journ.*, XVI, p. 309-332, 1939.

ELLIOTT (Ch.). — Manual of Bacterial Plant Pathogens. Londres, 1930.

ELLIOTT (Ch.). — The genus Phytomonas. *Phytopathology*, XXVII, 1181-1182, 1937.

ESMACH (F.). — Ringkranke Kartoffeln. *Die Kranke Pflanze*, VI, 1, p. 7-9, 1929 (*R.A.M.*, VIII, p. 458, 1929).

FERNOW (K.H.). — Bacterial Ring rot in Up-State New-York. *Plant Dis. Rep., Vol.*, XXIII, nº 16, p. 281, 1939.

FERNOW (K.H.). — Potato ring rot control for those who think they don't have the disease. *Amer. Potato Journ.*, XXI, 1, p. 14-17, 1944 (*R.A.M.*, XXIII, 8, p. 275 1944).

FLINT (L.H.), EDGERTON (C.W.). — Fluorescence of diseased Potatoes. *Phytopathology*, XXXI, 6, p. 569, 1941.

FOEX (Et.) et LANSADE (M.). — Action pathogène d'une bactérie isolée de tubercules de Pommes de terre. *C.R. Séances Acad. Sciences*, Paris, t. 202, p. 1939, juin 1936.

FOEX (Et.) et LANSADE (M.). — L'action pathogène d'une forme de *Fusarium oxysporum* isolé de la Pomme de terre. *C.R. Séances Acad. Sciences Paris*, t. 202, p. 1812, mai 1936.

FOEX (Et.) et LANSADE (M.). — Deux maladies de la Pomme de terre. *Ann. des Sciences naturelles. Série botanique et Zoologie.* 10e série, tome XVIII, p. 141-163, 12 fig., 1936.

GAUMANN (E.), JAAG (Otto). — Die physiologischen grundlagen der parasitogenen Welkens. I Berichte der Schweizerischen Bot. Gesell. Band 57 p., 1-34, 1947.

GAUMANN (E.), JAAG (Otto). — Die physiologischen grundlagen des parasitogenen Welkens. II Berichte der Schweizerischen Bot. Gesell. Band 57, p. 132-148, 1947.

GAUMANN (E.), JAAG (Otto). — Die physiologischen grundlagen des parasitogenen Welkens. III Berichte Schweizerischen Bot. Gesell. Band 57, p. 227-241, 9 fig., 1947.

GLICK (D.P.), ARK (P.A.), RACICOT (H.N.). — Outline of procedure for the diagnosis of Bacterial « ring-rot » of Potatoes. Report of the Commitee of the Potato Association of America. *Amer. Potato Journ.*, XXI, nº 11, p. 311-314, 1944.

Goss (R.W.), Jensen (J.H.). — A survey of Bacterial wilt and « Ring-Rot » of Potatoes in Nebraska in the spring of 1939. *Plant Disease Reporter*, XXIII, nº 17, sept. 1939.

Harvey (R.B.). — Fluorescence of Potatoes under ultra violet light for detecting « Ring-rot ». *Phytopathology*, XXXI, p. 10 (Note) 1941.

Hollis (J.P.). — Location of bacteria in healthy potato tissue. *Phytopathology*, XXXIX, p. 9, 1949.

Israilski (W.P.), Artemiewa (S.S.). — Serologische untersuchungen der durch die Bakteriose befallenen Pflanzen. III Untersuchungen der Tomaten auf Aplanobacter Michiganense. *Microbiology*, 10, 74-80, 1941 (*R.A.M.*, XXI, 172, 1942).

Iverson (V.E.), Kelly (H.C.). — Control of bacterial « ring-rot » of Potatoes with special reference to the ultra violet light method for selecting disease-free seed stock. *Montana Agric. Exp. Sta. Bull.*, 386, 15 p., 4 fig., 1940 (*R.A.M.*, XX, p. 549, 1941).

Iverson (V.E.), Harrington (F.M.). — Accuracy of the ultra-violet light method for selecting « ring-rot » free Potato seed stocks. *Amer. Potato Journ.*, XIX, 4, p. 71-74, 1942 (*R.A.M.*, XXI, p. 390, 1942).

Jacobs (S.E.). — The relationship of *Corynebacterium fascians* (Tilford) Dowson to the bacteria causing Gall and nodule formation. *Fourth intern. Congress for Microbiology. Copenhague* 20, VII-26, VII, 1947.

Jensen (H.L.). — Studies on soprophytic mycobacteria and Corynebacteria. *Proc. Linn. Soc. New South Wales*, 59, 19-61, 1934.

Jones (L.R.). — A soft rot of Carrot and other vegetables caused by *Bacillus carotovorus* Jones. *Vermont Agr. Exp. Sta. Report*, 13, 299-332, 11 fig., 1900.

Jones (L.R.), Miller (M.), Bailey (E.). — Frost necrosis of Potato tubers. *Wisconsin Agr. Exp. Sta. Bull.*, 46, p. 1-46, 12 fig., 1919.

Kendrick (J.B.), Ark (P.A.), Scott (E.). — Potatoes « ring-rot » studies in California. *Phytopathology*, XXXI, p. 14 (Note), 1941.

Knorr (L.C.). — Ring rot of Potatoes. *Cornell Agric. Exp. Sta. Bull.*, 620, 4 p., 3 fig., 1943 (*R.A.M.*, XXIII, 1, p. 38, 1944).

Knorr (L.C.). — Efficacy of the rotary knife in the control of Potato ring rot. *Amer. Potato Journ.*, XXI, 9, p. 250-261, 1944 (*R.A.M.*, XXIV, 3, p. 116, 1945).

Knorr (L.C.). — Field testing of disinfectants for the control of Potato « ring-rot » bacteria on wooden and metallic surfaces. *Amer. Potato Journ.*, XXIV, 5, p. 141-150, 1947 (*R.A.M.*, XXVII, p. 38-1948).

Kreutzer (W.A.), Mc Lean (J.G.). — Location and movement of the causal agent of ring rot in the Potato plant. *Colorado Agric. Exp. Sta. Techn. Bull.*, 30, 28 p., 5 fig., 1943 (*R.A.M.*, XXII, p. 404, 1943).

Kreutzer (W.A.), Lane (G.H.), Paschal (J.L.). — Comparative effectiveness of certain knife disinfectants and the use of the double-edged knife for the control of ring rot of Potatoes. *Amer. Potato Journ.*, XXIII, 8, p. 291-299, 1946 (*R.A.M.*, XXVI, p. 221, 1947).

Labrousse (E.). — Essais sur la technique bactériologique en Pathologie végétale. 2e partie : Le « Fil », Flétrissement bactérien de la Tomate, *Bacterium solanacearum* E.F. Smith. *Annales des Epiphyties*, t. 18, fasc. 5, p. 317-339, 1 pl. sept.-oct. 1932.

Lansade (M.). — La maladie du Flétrissement bactérien de la Pomme de terre. *Journal* « *La Pomme de terre française* », nº 41, 1942.

Lansade (M.). — L'état sanitaire de la récolte de Pomme de terre en 1943. *C.R. des Séances de l'Acad. d'Agric. de France*. Séance du 10 novembre 1943, et *Journal* « *La Pomme de terre française* », nº 56, février 1944.

Larson (R.H.), Walker (J.C.), Fogelberg (S.O.). — Bacterial « ring-rot » in relation to the Tomate. *Phytopathology*, XXXI, p. 14 (Note), 1941.

Larson (R.H.). — The « ring-rot » bacterium in relation to Tomate and Eggplant. *Journ. Agric. Res.*, LXIX, 8, p. 309-325, 3 pl., 8 fig., 1944 (*R.A.M.*, XXIV, 5, p. 164, 1945).

Leach (J.G.). — The relation of the seed corn maggot (*Phorbia fuscipes* Zett), to the spread and development of Potato black leg in Minnesota. *Phytopathology*, XVI, p. 149-176, 13 fig., 1 pl., 1926.

Leach (J.G.). — Potato black leg ; The survival of the pathogene in the soil and some factors influencing infection. *Phytopathology*, XX, p. 215-228, 1930.

Leach (J.G.), Darling (H.). — Symptoms of Potato wilt in Minnesota this year. *Plant. Dis. Reptr.*, XIX, 19, p. 299-302, 1935 (*R.A.M.*, XV, p. 252-253, 1936).

Leach (J.G.). — Tuber diagnosis of bacterial « ring-rot » of Potatoes. *Plant Dis. Rept.*, XXIII, 6, p. 96, 1939 (*R.A.M.*, XVIII, nº 9, p. 612, 1939).

Lepik (E.). — Phytopathologische notizen 10. *Exp. Sta. Univ. Tartu, Bull. phytopath.*, 43, p. 213-225, 4 pl., 1938 (*R.A.M.*, XVII, p. 586, 1938).

Levine (M.), Schoenlein (H.W.). — A compilation of culture media for the cultivation of microorganisms. 1 vol., 969 p., Londres, 1930.

List (G.M.), Kreutzer (W.A.). — Transmission of the causal agent of the « ring-rot » disease of Potatoes by insects. *J. econ. Ent.*, XXXV, 3, p. 455-456, 1942 (*R.A.M.*, XXI, p. 501, 1942).

Livingston (J.E.). — The present status of bacterial ring rot. *Rep. Nebraska Potato Imp. Ass.*, 23, p. 9-12, 1942 (*R.A.M.*, XXII, p. 493, 1943).

Magrou (J.), [in Hauduroy (P.), Ehringer (G.), Urbain (Ach.), Guillot (G.), Magrou (J.)]. — Dictionnaire des bactéries pathogènes pour l'homme, les animaux et les plantes. 1 vol., 597 p., Paris, 1937.

Mallman (W.L.), Botwright (W.E.), Churchill (E.S.). — The selective bacteriostatic effect of slow oxydizing agents. *J. Inf. Dis.*, LXIX, 3, p. 215-219, 1941 (*R.A.M.*, XXI, p. 365, 1942).

Marten (E.A.), Lowther (C.V.), Leach (J.G.). — A differential medium for the isolation of *Phytomonas sepedonica*. *Phytopathology*, XXXIII, p. 406-407 (Note), 1 fig., 1943.

Metzger (C.H.). — A new potato disease in Colorado. *Amer. Potato Journ.*, 15, nº 8, p. 225-230, 1938.

Metzger (C.H.), Kreutzer (W.A.), Glick (D.P.). — Experiment station working to eliminate bacterial wilt of Potatoes in Colorado. *Colorado Farm* (Colorado Station), *Bull.* 1, nº 3, p. 8-9, 1939.

Muller (H.R.A.). — Onderzoekingen over Aardappelziekten. *Medel. Alg. Proefst. Landb· Batavia*, 33, 22 p., 1939 (*Résumé anglais*) (*R.A.M.*, XVIII, nº 12, p. 813, 1939).

Muschin (Rose). — Studies in the physiology of plant pathogenic bacteria. The food requirements of a xylem invader *Bacterium solanacearum* E.F.S. and a phloem invader, *Aplanobacter michiganense* E.F.S. *Aust. J. exp. Biol. med. Sci.*, XVI, 4, p. 323-329, 1938 (*R.A.M.*, XVIII, 4 p. 279, 1939).

Nattrass (R.M.). — A new bacterial disease of the Potato in Kenya. *E. Afr. agric., J.*, X, 3, p. 162-163, 2 pl., 1945 (*R.A.M.*, XXIV, 5, p. 200-201, 1945).

Newton (W.), Jones (W.). — The fluorescence of Frozen Potato tuber and apple fruit tissue under ultra-violet light. *Canadian Journ. of Research*, C, 23, 76-78, 1945.

Owens (C.E.). — Bacterial « ring-rot » of Potato in Oregon. *Plant Dis. rep.*, XXIII, 13, p. 223, 1939 (*R.A.M.*, XVIII, p. 758, 1939).

Perrault (C.). — Etudes sur la pourriture du cerne des Pommes de terre causée par *Corynebacterium sepedonicum* (Spieck et Kott), Skaptason et Burkholder. 1. Les agents de dissémination. *Scientific Agriculture*, 28, 6, p. 244-260, 1948.

Person (L.H.). — Some new or unusual occurences of Potato diseases in Louisiana. *Plant. Dis. Rep.*, XXIV, 13, p. 252-253, 1940 (*R.A.M.*, XX, p. 32, 1941).

Racicot (H.N.), Savile (D.B.O.), Conners (I.L.). — Bacterial wilt and rot of Potatoes. Some suggestions for its detection, verification and control. *Amer. Potato Journ.*, 15, nº 11, p. 312-318, 4 fig., 1938 (*Exp. Sta. Rec.*, vol. 80, nº 4, p. 500, 1939).

Racicot (H.N.). — A sound policy for the control of bacterial ring rot in Canada. *Contr. Bot. Plant. Path., Dep. Agr. Canada*, 806, 8 p., 1945 (*R.A.M.*, XXVII, p. 537, 1948).

Rand (F.V.), Cash (L.C.). — Some insect relations of *Bacillus tracheiphilus* Erw. Sm. *Phytopathology*, X, p. 133-140, 1 fig., 1920.

Reid (W.D.). — Bacterial canker of Tomatoes. *New Zealand Journ. of Science and Technology*, vol. XX, 2, p. 69-74, 3 fig., 1938. *Plant Research Bureau.* Plant diseases division. Bulletin nº 18.

Rich (A.E.). — Some factors affecting the yield and grade of green mountain Potatoes in Rhode Island. *Bull. R.I. Agric. Exp. Sta.*, 297, 19 p., 1945 (*R.A.M.*, XXV, p. 78, 1946).

Riedl (W.A.), Stevenson (F.G.), Bonde (R.). — The Teton Potato, a new variety resistant to « ring-rot ». *Amer. Potato Jour.*, XXIII, 11, p. 379-389, 1946 (*R.A.M.*, XXVI, p. 166, 1947).

Roehl (L.M.), Knorr (L.C.). — A rotary cutting knife to control the spread of Potato « ring-rot ». *Cornell agric. Exp. Sta. Ext. Bull.* 660, 8, 2 fig., 7 diagr., 1944 (*R.A.M.*, XXIV, 5, p. 164, 1945).

Rojalin (L.B.). — The effect of Plant nutrition on the resistance of different Potato varieties to the bacterial ring disease. *Arb. Forsch. Inst. Kartoff. Moscou*, p.1-21, 1935 (*R.A.M.*, XV, p. 251-252, 1936).

Savile (D.B.O.), Racicot (H.N.). — Bacterial wilt and rot of Potatoes. *Science Agric.*, XVII, 8, p. 518-522, 3 fig., 1937 (*R.A.M.*, XVI, p. 628, 1937).

Savulescu (T.). — Contribution à la classification des bactéries phytopathogènes. *Fourth Intern. Congress for Microbiology, Copenhague*, 20-VII, 26-VII, 1947.

Sherf (A.F.). — A method for maintaining *Phytomonas sepedonica* in culture for long periods without transfer. *Phytopathology*, XXXIII, p. 330 (Note), 1943 et p. 330-332, 1943.

Sherf (A.F.). — Infection experiments with Potato « ring-rot » and the effect of soil temperature on the disease. *Amer. Potato Journ.*, XXI, 2, p. 27-29, 1944 (*R.A.M.*, XXIII, 9, p. 314-315, 1944).

SKAPTASON (J.B.), BURKHOLDER (W.H.). — Classification and nomenclature of the pathogene causing « ring-rot » of Potatoes. *Phytopathology*, XXXII, 5, p. 439-441, 1942.

SKAPTASON (J.B.). — Studies of the bacterial « ring-rot » disease of Potatoes. *Abs. Thes.. Cornell Univ.*, 1942, p. 383-385, 1943 (*R.A.M.*, XXIV, 8, p. 336, 1945).

SCHUSTER (J.). — Zur Kenntnis der Bakterienfaüle der Kartoffel. *Arbeiten aus der K, Biolog. Anstalt. f. Land u. Forstwirtschaft, Band VIII*, Heft. 4, p. 452-492, 13 fig. 1 pl., Berlin 1912.

SMITH (Erwin F.). — Bacteria in relation to plant diseases. 3 vol. Washington, 1905.

SMITH (Erwin F.). — An introduction to Bacterial diseases of Plants. 1 vol. 688 p., Philadelphie et Londres, 1920.

SMITH (T.E.). — Host range studies with *Bacterium solanacearum. Journ. Agric. Research.*, vol. 59, n° 8, p. 429-440, 5 fig., 1939.

SMITH (M.A.), RAMSEY (G.B.). — Bacterial lenticel infection of early Potatoes. *Phytopathology*, XXXVII, 4, p. 225-242, 2 fig., 1947 (*R.A.M.*, XXVI, p. 352, 1947).

SNIESZKO (S.F.), BONDE (R.). — Use of Potato juices for cultivation of *Corynebacterium sepedonicum. Phytopathology*, XXXIII, p. 118 (Note), 1943.

SNIESZKO (S.F.), BONDE (R.). — Studies on the morphology, physiology, serology, longevity and pathogenicity of *Corynebacterium sepedonicum. Phytopathology*, XXXIII, p. 1032-1044, 1943.

SPIECKERMANN (A.). — Ueber eine noch nicht beschriebene bakterielle gefässerkrankung der Kartoffelpflanze (Vorläufige Mitteilung). *Centralbl. Bakt.*, 27, 205-208, 1910.

SPIECKERMANN (A.). — Zur Kenntnis der in Deutschland auftretenden Gefässkrankheiten der Kartoffelpflanze. III. *Landw. Zfg.* 33, p. 680-682, 1913.

SPIECKERMANN (A.), KOTTHOFF (P.). — Untersuchungen über die kartoffelpflanze und ihre krankheiten. I. Die Bakterienringfaüle der Kartoffelpflanze. *Landw. Jb.*, 46, 659-732, 1914.

STANFORD (E.E.), WOLF (F.A.). — Studies on *Bacterium solanacearum. Phytopathology, VII*, p. 155-165, 1 fig., 1917.

STAPP (C.). — Beitrage zur Kenntnis des *Bacterium sepedonicum* Spieckerm. et Kotth., des erregers der Bakterienringfaüle der kartoffel. *Zeitsch. für Parasitenkunde*, 11, 5, p. 756-823, 25 fig., 1930 (*R.A.M.*, X, p. 51-52, 1931).

STAPP (C.). — Weitere Beiträge zur Frage der Widerstandsfähigkeit verchiedener kartoffelsorten gegen Schwarzbeinigkeit und knollen nassfaüle verursacht durch *Bacterium phytophthorum* Appel. *Angew. Bot.*, XIX, 2, p. 141-152, 1937 (*R.A.M.*, XVI, 10, p. 708, 1937).

STARR (G.H.). — Potato « ring-rot » spread and its control by disinfectants. *Phytopathology*, XXX, p. 23, 1940.

STARR (G.H.). — Experimental work for the control on « ring-rot » of Potatoes. *Amer. Potato Journ.*, XVII, 12, p. 318-322, 1940 (*R.A.M.*, XX, p. 176, 1941).

STARR (M.P.), BURKHOLDER (W.H.). — Lipolytic activity of Phytopathogenic Bacteria determined by means of spirit blue agar and its taxonomic significance. *Phytopathology*, XXXII, p. 588-604, 1942.

STARR (G.H.). — Hot water for the control of Potato « ring-rot » bacteria on the cutting knife. *Amer. Potato Journ.*, XXI, n° 6, p. 161-163, 1944 (*Agriculture Genetics*, 22, oct. 1944).

STARR (G.H.). — The effect of different concentrations of bacterial suspensions used in inoculations upon subsequent « ring-rot » symptoms in the Potato plant. *Amer. Potato Journ.*, XXIV, 5, p. 151-156, 1947 (*R.A.M.*, XXVIII, p. 38, 1948).

STARR (G.H.). — The longevity of *Corynebacterium sepedonicum* on potato bags when placed under different environmental conditions. *Amer. Potato Journ.*, XXIV, 6, p. 177-179, 1947 (*R.A.M.*, XXVII, p. 39, 1949).

STARR (G.H.), RIEDL (W.A.). — A comparaison of *Corynebacterium sepedonicum* inocula from resistant and susceptible Potato varieties. *Amer. Potato Journ.*, XXV, 2, p. 59, 1948 (*R.A.M.*, XXVII, p. 492, 1948).

STEVENSON (F.J.), LIVERMORE (J.R.). — The Saranac Potato : a new variety promising in Australia. *Amer. Potato Journ.*, XXVI, p. 45-46, 1949.

TEXERA (D.A.), MULLER (A.S.). — La podredumbre anular o marchitez bacteriana de las Papas. *Agricultor Venezuela*, V, 57-58, p. 27-30, 2 fig., 1941.

TIPOGRAPH (D.Y.). — A rapid method of diagnosing « ring-rot » of Potato. *C.R. Pan. Sov. u.i., Lenin Acad. Agric. Sci.*, 5, 35-38, 1941 (*R.A.M.*, XXI, p. 40, 1942).

TSCHISTOSSJERDOWA (G.W.). — Das studium der Eigenschaften der Bakteriophagen von manchen phytopathogenen Bakterien. *Microbiologie*, Bd. 7, p. 112-118, 1938 (en russe) (*Centralblatt f. Bakt. Par. u. Inf. vol.*, 99, p. 468, 1938-1939).

TYNER (L.E.). — Studies on « ring-rot » of Potatoes caused by *Corynebacterium sepedonicum. Sci. Agric.*, p. 81-85, 1947 (*R.A.M.*, XXVI, p. 352, 1947).

VAN SCHAACK (Valeria). — Antibiotics and potato « ring-rot ». *Phytopathology*, XXXVIII, p. 27 (Note), 1948.

WEISS (F.), WOOD (J.I.). — A list of names and synonyms of phytopathogenic bacteria occuring in the United States embodying recent changes in nomenclature. *Plant Dis. Rep.*, XXVII, 2, p. 42-62, 1943 (*R.A.M.*, XXII, p. 423, 1943).

WERNHAM (C.C.). — The species value of pathogenicety in the genus *Xanthomonas*. *Phytopathology*, XXXVIII, 4, p. 283-291, 1948.

WHITE (N.H.). — The generic names of Bacterial plant pathogens. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, X, 2, p. 78-79, 1944 (*R.A.M.*, XXIII, 12, p. 476, 1944).

RECHERCHES SUR LA FUSARIOSE
OU POURRITURE SÈCHE
DE LA POMME DE TERRE
FUSARIUM CAERULEUM (LIB.) SACC.

PAR

M. LANSADE

Maître de Recherches à la Station Centrale de Pathologie Végétale de Versailles.

SOMMAIRE

I. — Introduction. Généralités.

II. — Symptômes de la maladie.

III. — Le parasite : *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc.

IV. — Biologie du parasite

1° Influence des facteurs externes : température, humidité.

2° Influence des facteurs liés au tubercule : étude de la sensibilité et de ses variations.

V. — Localisation ou extension de la maladie.

Sources de contamination.
Influence de la nutrition de la plante.
Espèces pathogènes.

VI. — Résistance variétale.

VII. — Lutte chimique.

VIII. — Conclusions.

Bibliographie.

I. — INTRODUCTION. GÉNÉRALITÉS

Parmi les altérations du tubercule de pomme de terre, la Fusariose ou Pourriture sèche, en affectant la variété « Bintje », a causé des pertes très élevées. Il serait difficile de chiffrer, même approximativement, l'ensemble des dégâts, mais l'on sait bien que des lots ont été détruits en totalité et que les attaques atteignant 30 à 50 p. cent des tubercules ont été fréquentes.

Les dommages les plus importants ont été constatés en 1942-1943-1944, époque à laquelle des Syndicats de production de plant sélec-

tionné se sont demandés s'ils pourraient continuer la sélection sanitaire de la variété « Bintje » (1).

La maladie s'est développée également dans les lots de pommes de terre destinés à la consommation.

Les pourritures sèches de tubercules sont connues depuis fort longtemps ; dès 1898, PETHYBRIDGE et BOWERS (1908) les observent en Irlande sur une variété sensible « Snow-drop » et les attribuent à l'action du *Fusarium solani* Sacc. ; à la suite d'un travail expérimental très soigné, ces auteurs apportent déjà d'utiles précisions sur la biologie du parasite ; dès cette époque, PETHYBRIDGE a montré le parti que l'on pouvait tirer de la désinfection des locaux ; il préconisa le sulfate de cuivre à 2 p. cent. Pourtant, on préféra abandonner la culture de la variété « Snow-drop ».

Le parasitisme de *Fusarium solani* n'a pas toujours été admis et ce serait le plus souvent une espèce morphologiquement très voisine, *Fusarium caeruleum* Lib. Sacc., qui interviendrait dans les pourritures de tubercules de pomme de terre. Cette opinion est soutenue, notamment, par SCHMIDT (1928) ; pour l'auteur, trois espèces de *Fusarium* seraient capables d'envahir le tubercule de pomme de terre : *Fusarium caeruleum* Lib. Sacc., *F. Viticola* (2) et *F. Avenaceum* Fr. Sacc. Par contre, *Fusarium solani* Sacc., si fréquemment cité, serait un organisme saprophyte très répandu et dans la plupart des cas il y aurait eu confusion avec *F. caeruleum* Lib. Sacc.

Plus récemment, les fusarioses de tubercules ont pris une grande extension dans les Iles Britanniques et en Irlande, causant des pertes dans la production de variétés précoces telles que « May Queen », « Ninetyfold » et « Arran Pilot » ; dans certains cas, les dégâts ont été très élevés ; la variété « Doon star » fut particulièrement atteinte en 1941 et 1943. Ces altérations de tubercules ont suscité d'importantes recherches et d'intéressants travaux sur ce sujet ont fait l'objet de publications de la part de FOISTER (C.E.) 1940, FOISTER (C.E.) et WILSON (A.R.) 1943, FOISTER (C.E.), WILSON (A.R.) et BOYD (A.E.W.) 1945, SMALL (T.) 1944-1945-1946 ; MCINTOSH (T.P.) 1944, MOORE (J.F.) 1945.

En France, les pourritures sèches semblent avoir toujours existé mais les attaques demeuraient de faible importance et se limitaient généralement aux tubercules déjà atteints par le *Phytophthora infestans* ; elles n'avaient pas donné lieu à des recherches particulières.

Assez brusquement, en 1942, à la faveur, sans doute, d'un ensemble de conditions favorables, la Fusariose a pris une extension considérable dans la variété « Bintje » en certaines régions.

(1) La variété « Bintje » figure parmi celles dont l'aire de culture en France est la plus étendue ; en 1948, pour une production totale de 600 000 t. de plant sélectionné, la variété « Bintje » représente 400 000 t, soit les deux tiers. En 1949, sur 35 000 ha présentés au contrôle, la variété « Bintje » couvre 23 000 ha.

(2) Selon WOLLENWEBER (H.W.) et REINKING (O.A.), F. *Viticola* serait une forme de *F. avenaceum*.

Les recherches poursuivies ces dernières années nous ont permis de réunir des éléments intéressants sur la biologie du *Fusarium caeruleum* dans ses rapports avec l'hôte ; l'exposé qui va suivre en rapportera l'essentiel et tendra à montrer l'intérêt des études biologiques dans la mise au point des méthodes de lutte.

II. — SYMPTOMES DE LA MALADIE

La Fusariose atteint la pomme de terre pendant la période de conservation.

A la surface du tubercule, la lésion caractéristique apparaît presque toujours au niveau d'une blessure : tache en dépression de teinte un peu plus foncée que celle de la peau, cédant de bonne heure sous la pression ; la lésion s'étend, sa surface s'affaisse et se couvre de rides concentriques. Plus tard, des coussinets ou tubercules blancs ou bleutés percent sous la peau et se disposent souvent le long des rides ; garnis, à leur surface, de très nombreuses spores, ils représentent les organes de fructification du champignon et en assurent la dissémination.

Sur une coupe, l'altération est une pourriture marron clair ou brun marron qui a la particularité de progresser plus vite au centre du tubercule (zone médullaire) qu'à la périphérie (zone corticale). Par le retrait des tissus lentement dissociés et qui se dessèchent, il se forme bientôt des cavités internes tapissées, sur leurs parois, d'un mycélium blanc et de spores (*fig.* 1).

Pendant un temps assez long, les tissus envahis restent plus tendres que les tissus sains et n'ont pas la fermeté et la résistance de ceux pénétrés par le mycélium de *Phytophthora infestans* (Mont.) *de Bary* ou d'*Alternaria solani* Sorauer. Ce n'est qu'à la fin que le tubercule se momifie et devient très dur ; à ce stade, la maladie mérite bien la désignation de pourriture sèche.

Dans les tissus altérés, la fécule demeure intacte (1).

A la surface de la région demeurée saine d'un tubercule partiellement envahi, les bourgeons se développent normalement et ne se flétrissent que lorsque la base qui les porte est elle-même désorganisée. La non-germination d'un tubercule atteint de Fusariose en un point ne saurait être imputée à l'action de ce parasite.

En résumé, les meilleurs caractères des attaques de *Fusarium caeruleum* seraient les suivants : lésions sous forme de zones en dépression à bords peu distincts, cédant sous la pression ; formation de rides concentriques le long desquelles se disposent des verrues ou coussinets blancs ou bleutés ; progression plus rapide dans la moelle que dans l'écorce ; formation de cavités internes dans les tissus envahis ; pourriture plus ou moins sèche ; odeur variable, souvent odeur de moisi.

(1) Les tubercules atteints n'émettent aucune fluorescence en lumière ultra-violette.

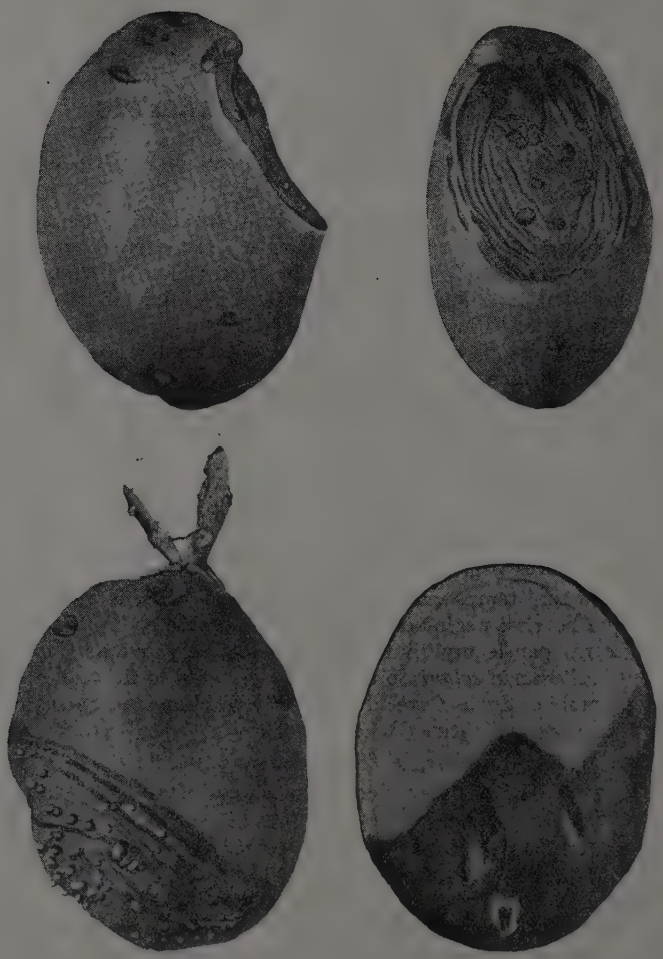


Fig. 1. — Fusariose du tubercule : variété « Bintje ».
D'après une aquarelle de M^me^ Huau.

FIG. 1 *a*. — Fusariose très évoluée, avec coussinets conidifères.

FIG. 2. — Lésions d'*Alternaria solani Sorauer* sur tubercules : variété « Bintje ».

On évitera de confondre la Fusariose avec les altérations dues au *Phytophthora infestans*, à l'*Alternaria solani*, au *Pythium ultimum*.

Le *Phytophthora infestans* s'étend surtout dans la région périphérique ou corticale du tubercule ; il détermine des marbrures ou veines brun marron, durcit les tissus qui résistent à la coupe (subérification des membranes), détruit rapidement les germes.

L'*Alternaria solani* se localise encore plus exactement dans la

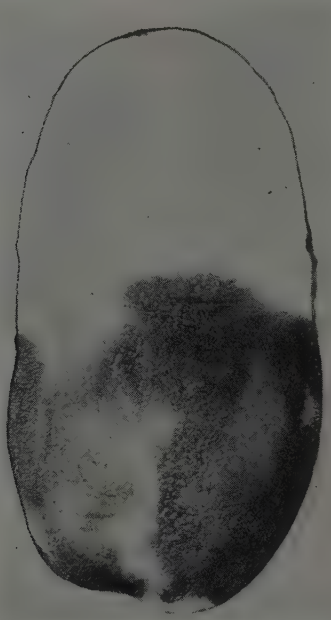


FIG. 3. — Pourriture causée par *Pythium ultimum* Trow. ; au bout de 4 jours : le tubercule envahi garde sa forme.

zone corticale en donnant une tache brunâtre, de forme irrégulière, en dépression, à contours nets, garnis de rides concentriques parallèles à la limite de la lésion ; il n'apparaît pas de coussinets à la surface ; les tissus atteints deviennent liégeux (*fig.* 2).

Le *Pythium ultimum* provoque une pourriture molle à marche rapide dans laquelle les tissus dissociés laissent exsuder un liquide clair, limpide ; le tubercule conserve sa forme (*fig.* 3).

L'affinité du *Phytophthora infestans* et de l'*Alternaria solani* pour les tissus les plus actifs (feuilles, jeunes pousses, germes, écorce du tubercule) et la localisation fréquente du *Fusarium caeruleum* dans la moelle du tubercule sont des faits à retenir.

III. — LE PARASITE : *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc.

Les isolements en culture pure effectués à partir d'échantillons de différentes provenances ont toujours révélé la présence d'un champignon du genre *Fusarium* Link. que les éléments de détermination ont permis d'identifier à l'espèce *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc.

Le champignon se cultive bien sur les milieux d'usage courant dans les laboratoires : gélose-pomme de terre, gélose aux farines de céréales ou de légumineuses, etc. ; les isolements ne présentent aucune difficulté ; les souches utilisées au cours de ce travail sont des cultures monospores obtenues par la technique des dilutions sur gélose en plaques.

Le *Fusarium caeruleum* est l'espèce que nous avons presque toujours rencontrée associée aux pourritures de tubercules de la variété « Bintje » ; dans quelques cas seulement, le *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. a été isolé : il a montré un certain parasitisme à température élevée (25°) ; d'autres souches, souvent du type *Fusarium solani* Sacc., se sont révélées incapables de parasiter le tubercule.

Les données qui vont suivre se rapportent donc uniquement au *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc.

Cette espèce doit son nom à la formation fréquente d'un pigment bleuâtre ou violacé qui apparaît sur certains éléments de son mycélium, dans les stromas conidifères, parfois même dans les macroconidies. Les cultures sur gélose-pomme de terre ou sur morceaux de pomme de terre exposés à la lumière prennent une teinte rose-ocracé ; sur les mêmes milieux, à l'obscurité, le mycélium demeure blanc ; il apparaît quelquefois des veines bleuâtres.

Le mycélium est cloisonné ; il progresse longtemps entre les cellules du parenchyme ; il ne forme pas de suçoirs ; sur un tubercule sensible, les stromas ou coussinets conidifères apparaissent 15 jours ou 3 semaines après l'infection.

Les conidies fusiformes sont faiblement arquées, à extrémités obtuses ou arrondies ; elles possèdent 2 à 5-7 cloisons ; la courbe de fréquence correspondante fait apparaître un maximum (80 p. cent) de spores à 3 cloisons (*fig.* 4).

Les cloisons sont relativement épaisses.

Les dimensions des spores s'établissent ainsi :

Spores à 1 cloison	Longueur :	18,8 µ	(13,1-24,6)	Largeur :	4,8 µ
— 2 cloisons	—	25,0	(21,0-32,8)	—	—
— 3 —	—	36,0	(24,6-49,2)	—	—
— 4 —	—	42,3	(37,7-49,2)	—	—
— 5-7 cloisons ..	—	49,2	(41,0-57,4)	—	—

La formation des conidies à l'extrémité de filaments mycéliens ne présente pas de particularités notables.

Des chlamydospores intercalaires et terminales sont présentes tant dans le mycélium qu'au sein des spores. Les réserves qui s'y accumulent sous forme de globules arrondis de grosseur variable donnent les réactions colorées des lipoïdes (Sudan III, Bleu d'indophénol) (*fig.* 5).

On ne connaît pas de forme parfaite.

Le champignon croît sur les milieux courants : gélose au flocon d'avoine, gélose à la farine de blé germé, gélose-carotte, gélose-pomme de terre glucosée, gélose-prune, mais il montre sur chacun d'eux une propension plus ou moins accusée à former du mycélium ou des spores ;

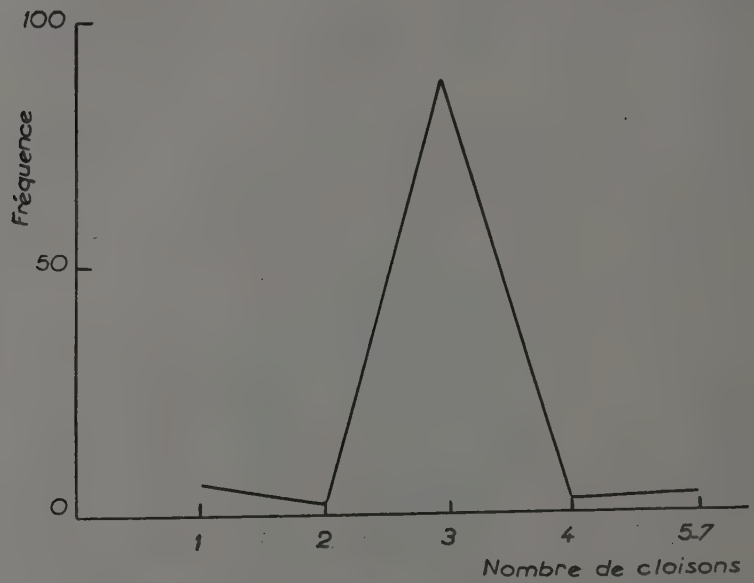


Fig. 4. — Distribution des spores *Fusarium caeruleum* selon le nombre de cloisons.

le mycélium est abondant sur gélose-farine de blé germé ou gélose-flocon d'avoine ; il est plus rare sur gélose-carotte ou gélose-prune. La gélose-pomme de terre glucosée et la gélose à la farine de blé germé sont les plus favorables à la formation des spores.

Longtemps nous avons eu des difficultés à obtenir les spores abondantes qui nous étaient nécessaires ; quelques essais sur l'influence de la *lumière* nous ont montré l'importance de ce facteur. Des cultures en tubes inclinés sur gélose-pomme de terre glucosée ont été maintenues comparativement à l'obscurité complète et à la lumière du jour ; au bout de 15 jours on a ajouté 5 cc d'eau dans chaque tube (160 × 16 mm, 8 cc de gélose) et après avoir dilacéré la culture dans l'eau, des gouttes ont été examinées au microscope entre lame et lamelle. On a exprimé

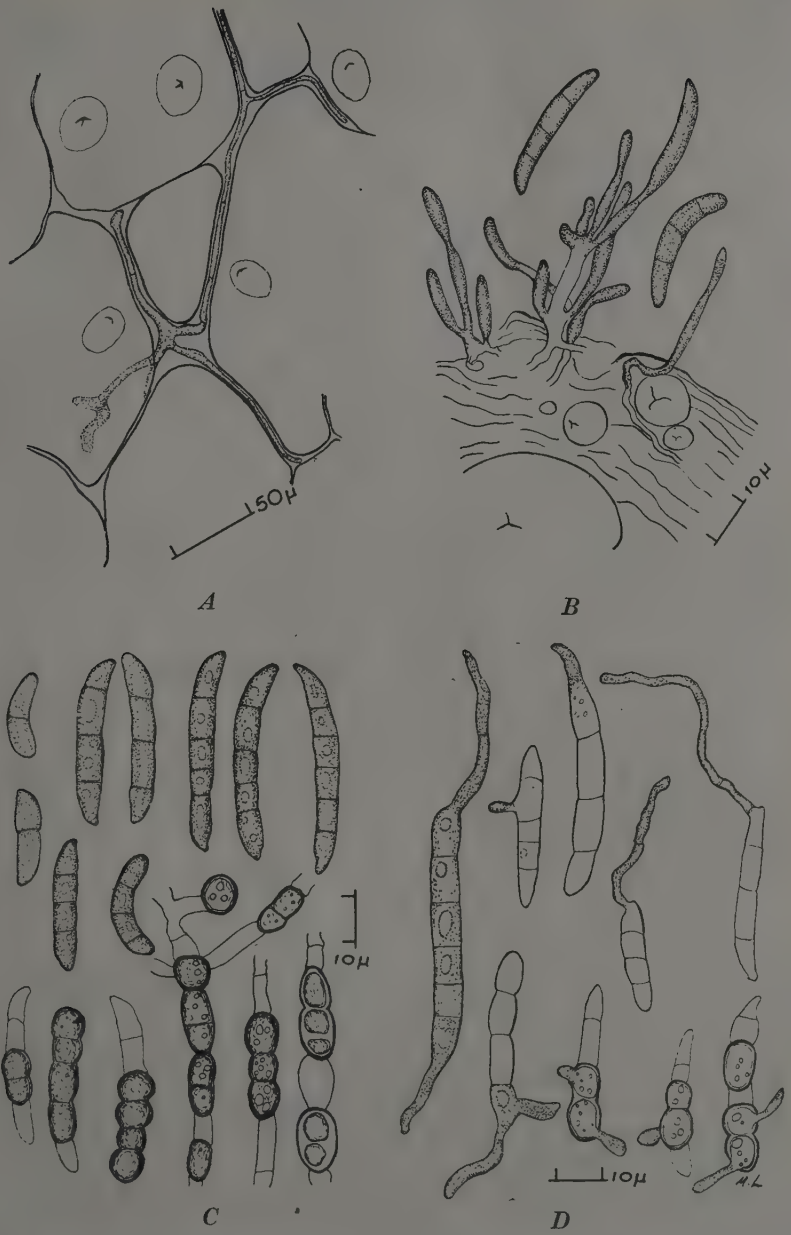


FIG. 5. — *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc. : A. Mycélium intercellulaire ; B. Spores ; C. Chlamydospores ; D. Germination.

le nombre de spores présentes dans le champ du microscope au grossissement 800, objectif n° 5 ; l'essai qui a porté également sur *Alternaria solani Sorauer* a donné les résultats suivants :

	Obscurité	Lumière
Alternaria solani	0	3-4
Fusarium caeruleum	14	40-48

L'exposition des cultures à la lumière améliore donc sensiblement la production des spores ; par la suite nous avons adopté cette technique pour obtenir le matériel dont nous avions besoin.

Grâce à ses organes de résistance ou chlamydospores, le *Fusarium caeruleum* peut se conserver à l'état sec et rester viable pendant longtemps ; une poudre obtenue en broyant des tubercules momifiés, en juin 1946 (infection datant d'avril), conservée en flacon, est demeurée infectieuse jusqu'en décembre 1947. Sa virulence n'a baissé qu'à partir de cette date. La longévité du *Fusarium caeruleum* dans les résidus et dans les poussières peut donc atteindre *un an et demi.*

La culture prolongée sur milieu naturel n'atténue que très lentement sa virulence ; une souche de *F. caeruleum* maintenue sur milieu artificiel depuis 12 ans montre encore une activité que l'on peut évaluer aux deux tiers de celle d'un isolement récent. Cette activité constante du *F. caeruleum* contraste avec l'instabilité du pouvoir pathogène des bactéries parasites de la pomme de terre.

IV. — BIOLOGIE DU PARASITE

On échoue toujours à vouloir contaminer et infecter la Pomme de terre pendant la végétation ; racines, tiges, feuilles ne permettent pas le développement du *Fusarium caeruleum* ; ce champignon nous apparaît comme un parasite facultatif dont l'activité, limitée au tubercule, organe à vie ralentie, dépend :

1° de facteurs externes : température, humidité ;

2° de facteurs liés au tubercule.

1° **Influence des facteurs externes** : température, humidité. — Placée dans l'eau, à 18-20°, la spore germe au bout de 3 à 5 h. en émettant un ou plusieurs filaments (*fig.* 6) ; les bourgeons s'allongent, des cloisons apparaissent et la spore elle-même ne tarde pas à se fondre sur le trajet des mycéliums qui en sont issus.

La germination en fonction de la température suit la loi classique ; plus lente à basse température, elle a son optimum à 17-20° ; déjà ralentie à 25°, elle ne se fait plus à 30°.

La spore est tuée par un chauffage d'une durée de 10 min. à 45° par la chaleur humide ; avec la chaleur sèche, la température mortelle s'élève à 70-75°.

La croissance du mycélium en culture pure, en fonction de la tem-

pérature, a également son optimum à 17-18° (*fig.* 7). A titre complémentaire nous figurons une autre courbe qui exprime le développement d'une colonie de *Fusarium caeruleum*, en culture, dans un local à température variable (*fig.* 8).

Le *Fusarium caeruleum* compte parmi les parasites de la pomme

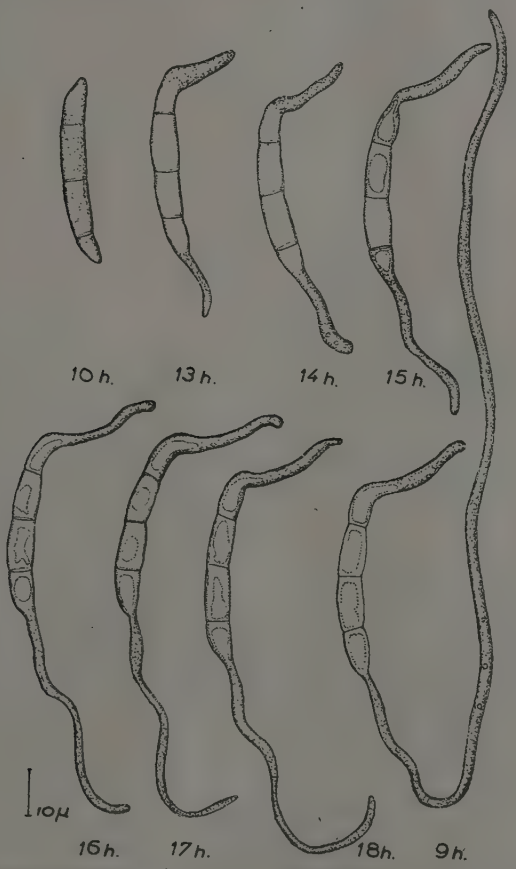


FIG. 6. — *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc. : germination de la spore dans l'eau, à 20°.

de terre qui évoluent à des températures relativement basses : pour permettre la comparaison, nous figurons les courbes de croissance de quatre champignons parasites de cette plante : *Alternaria solani Sorauer*, *Vermicularia varians* Duc., *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotium bataticola Taubenhaus* (1) (*fig.* 9). Ce dernier se montre bien le mieux adapté aux températures élevées des régions méridionales.

(1) Souche due à M. BARTHELET.

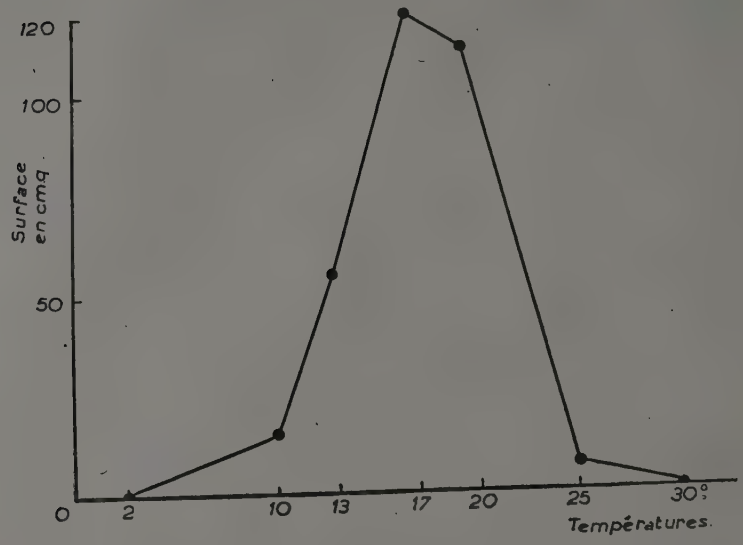


FIG. 7. — Croissance du *Fusarium caeruleum* en fonction de la température.

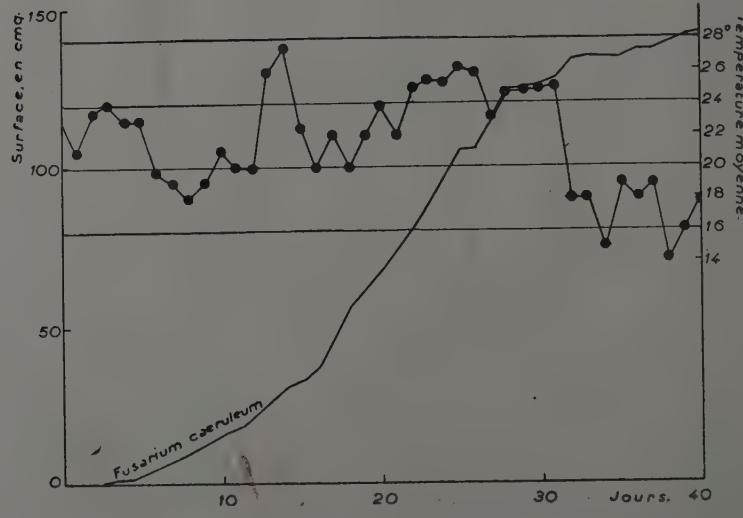


FIG. 8. — Développement du *Fusarium caeruleum* à température variable.

On peut encore comparer l'activité des parasites en exprimant leur vitesse de croissance en culture ou leur vitesse de progression dans les tissus.

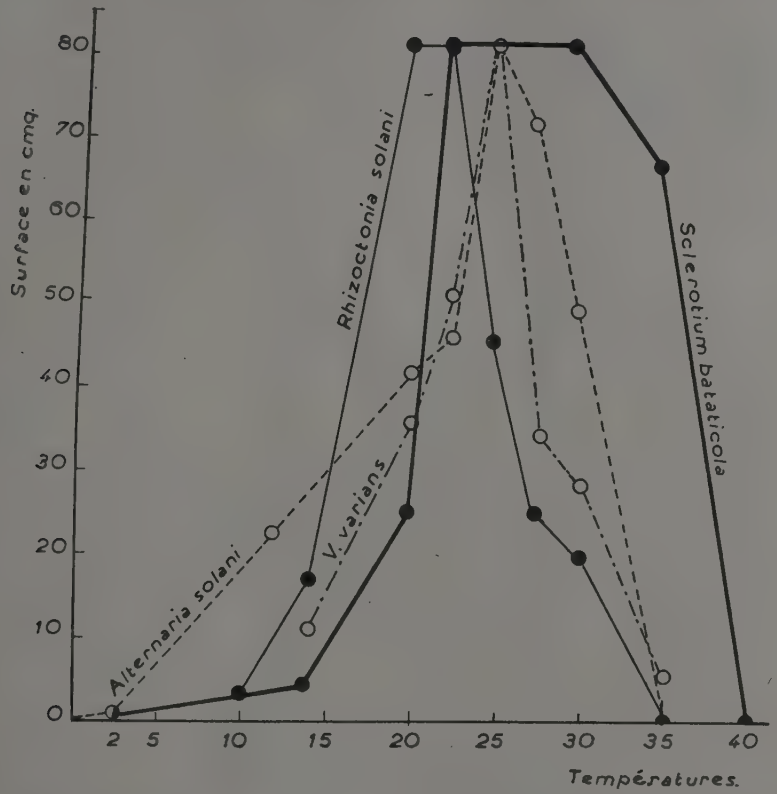


FIG. 9. — Croissance de quelques parasites de la Pomme de terre en fonction de la température.

En culture, sur gélose en plaque, à la température optimum pour chacun des organismes, la mesure du développement linéaire a donné les chiffres suivants :

Champignons	Températures	Développement moyen en 24 h (en mm)
Rhizoctonia solani	22°5	12,0
Vermicularia varians	25	6,4
Alternaria solani	25	5,6
Sclerotium batalicola	30	15,0
Pythium ultimum	20	17,1
Fusarium caeruleum	17-18°	3,0

La progression comparée dans la chair des tubercules de pomme de terre (variété « Bintje ») a donné les chiffres suivants :

Champignons	Localisation	Progression en mm, en 24 h
Phytophthora infestans	Ecorce	1,32
	Moelle	0,86
Alternaria solani	Ecorce	0,45
Pythium ultimum	Ecorce et moelle	10,0
Fusarium caeruleum	Moelle	1,04

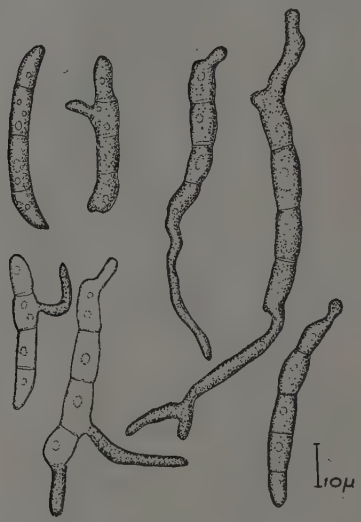


Fig. 10. — Germination des spores de *Fusarium caeruleum*, en frottis, sur lame maintenue en atmosphère saturée, au bout de 17 heures, à 18°.

Ces chiffres expriment de façon correcte la rapidité avec laquelle évoluent les pourritures de tubercules selon les agents qui les provoquent. Abstraction faite de leur localisation différente dans les tissus, le *Phytophthora infestans* et le *Fusarium caeruleum* sont assez comparables ; l'*Alternaria solani* détermine des lésions à évolution plus lente ; le *Pythium ultimum*, grâce à la diastase qu'il sécrète, est de beaucoup le plus actif (*fig.* 3), mais ses conditions d'infection sont plus strictes.

Dans les limites de température compatibles avec un développement normal du *Fusarium caeruleum* et pour une variation de 10°, entre 10 et 20°, les vitesses de croissance en culture et de progression dans les tissus sont multipliées par un coefficient relativement constant, 2,2-2,3. C'est ainsi, notamment, que si un tubercule sensible est

détruit en 2 mois à 20°, il ne le sera qu'en 4 mois ou 4 mois et demi à 10°. Cette relation explique, en partie, que la Fusariose prenne son essor au début du printemps.

L'humidité paraît être un facteur plus secondaire. La spore germe bien dans l'eau mais également en atmosphère saturée (*fig.* 10). L'infection sur une blessure réussit à des taux d'humidité compris entre 40 et 100. Les lésions fraîches, la transpiration des tubercules apportent presque toujours assez d'humidité pour permettre la germination des spores et l'infection.

2° **Influence des facteurs liés au tubercule.**

a) Conditions de l'infection.

b) Etude expérimentale et marche de l'infection.

c) Etude de la sensibilité et de ses variations.

a) *Conditions de l'infection.* — Dans les dégâts constatés chez l'utilisateur de plant de pommes de terre, il était de règle que les lots de gros tubercules fussent toujours plus atteints que ceux de petit calibre ; souvent, une fraction de récolte conservée par le producteur demeurait indemne, celle commercialisée accusant de fortes pertes.

La fréquence des blessures au cours du travail mécanique (calibrage) et pendant le transport a fourni une explication à ces différences observées dans le comportement des lots. On sait depuis longtemps, en effet, que le *F. caeruleum* se comporte en parasite de blessures (Pethybridge (1908), Schmidt (1928), Small (1945)) ; il est manifeste que l'on réussit très facilement les infections sur des blessures fraîches : il suffit, par exemple, de déposer des spores sur une lésion et de maintenir une certaine humidité pendant quelques jours pour obtenir le développement de la pourriture. Par contre, on échoue presque toujours quand on inocule un tubercule à peau intacte.

Un essai réalisé de décembre 1943 à mai 1944 tendait à mettre en évidence le rôle des blessures dans l'infection. Des lots de 500 tubercules, intacts ou blessés, ont été contaminés par des spores de *F. caeruleum* et conservés en clayettes ou en tas, dans un local à 10-12°. Le dénombrement des tubercules malades, en fin d'expérience, a donné les chiffres suivants :

	Pourcentage de tubercules atteints
Conservation en clayettes :	
Tubercules intacts, non contaminés expérimentalement	0,4
Tubercules blessés, non contaminés	2,4
Tubercules intacts, contaminés expérimentalement	2,8
Tubercules blessés et contaminés	92 9
Conservation en tas :	
Tubercules blessés, non contaminés expérimentalement	1,7
Tubercules blessés et contaminés	89,4

b) *Etude expérimentale et marche de l'infection.* — L'expérience est conduite à 18-20°. On inocule sur une coupe fraîche des tubercules qui sont maintenus en atmosphère humide. On emploie une suspension renfermant 600 spores par millimètre cube. L'inoculation est faite le 20 mars à 9 h. Le même jour, à 14 h 30 (au bout de 5 h. 30), les spores ont émis un filament dont la longueur atteint déjà les deux tiers de celle de la spore.

Le 22 mars, au bout de 2 jours, le mycélium a pénétré entre les cellules atteignant la profondeur de une à deux cellules vivantes (150-250 μ), non comptée la couche de cellules lésées par la section.

Au bout de	5	jours,	la pénétration atteint	2 à 3 mm
—	10	—	—	7 mm
—	13	—	—	10-11 mm
—	17	—	—	14 mm
—	20	—	—	16-17 mm

Le mycélium est en avance de 1 à 2 mm sur la limite des tissus malades et brunis. Les microconidies et les premières conidies à une cloison apparaissent, à la surface de la coupe, le 4e jour ; elles sont nombreuses le 5e jour.

Ainsi, l'infection se réalise bien sur les blessures et l'on échoue presque toujours quand on inocule un tubercule dont la peau a gardé son intégrité. Le périderme normal, épais, sec, est un obstacle à la pénétration du parasite et l'infection par contact entre tubercules malades et tubercules sains se produit rarement ; on l'observe cependant dans le cas de tubercules à peau très mince.

On admettra ce principe que la blessure et la contamination simultanées d'un tubercule sensible entraînent inévitablement l'infection.

Le **Périderme** ou **liège** qui recouvre le tubercule de pomme de terre est une couche de tissus morts peu perméables aux liquides, en partie imperméables aux gaz ; il ralentit les échanges entre le parenchyme-magasin et le milieu extérieur ; par sa nature même, sa composition, le liège est un milieu peu favorable à la croissance du *F. caeruleum* ; il joue encore un rôle de protection mécanique contre les chocs comme le ferait une enveloppe résistante douée d'une certaine élasticité. Sous cet angle, on conçoit que son efficacité puisse dépendre de son épaisseur, celle-ci étant très différente selon les variétés et, dans une même variété, selon la provenance ou le degré de maturité des tubercules à la récolte. Quelques chiffres nous donnent un ordre de grandeur :

Variétés cultivées à Versailles :

« Institut de Beauvais »	60-70 μ
« Saucisse »	80 —
« Ackersegen »	100 —
« Ostbote »	100 —
« Voran »	120 —
« Bintje »	150 —
« Bintje » : récolte 1er juillet	75 —
— — 1er août	150 —
— — 1er septembre	200 —
« Bintje » cultivée en Bretagne	90-100 —

Rôle de la cicatrisation. — Le tubercule de pomme de terre possède à un haut degré la faculté de cicatriser ses blessures. Sur les tissus mis à nu, il se forme d'abord une couche sèche qui subérise bientôt et, au-dessous, par des cloisonnements parallèles à la surface de la blessure, une couche de phelloderme. L'ensemble s'épaissit progressivement et acquiert la valeur du liège primitif.

L'épaisseur respective des deux assises — couche sèche et phelloderme — est fonction des conditions de température et d'humidité.

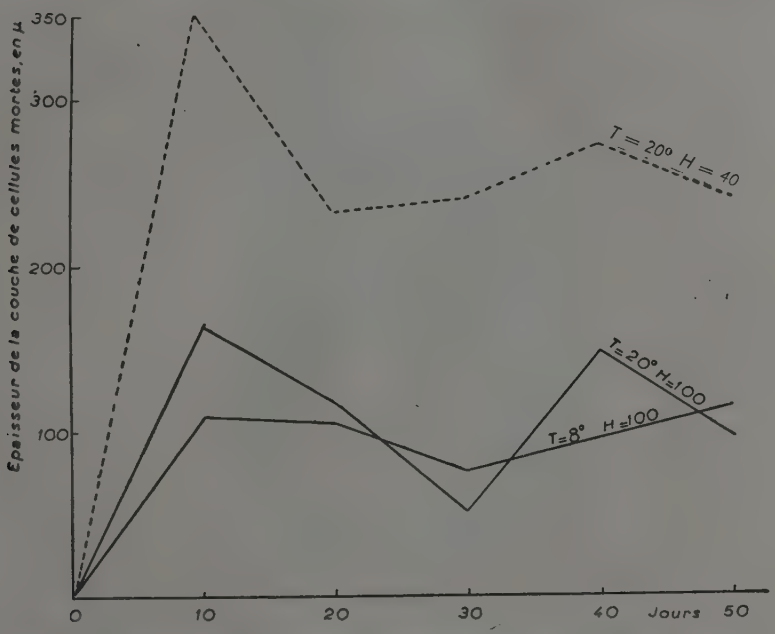


FIG. 11. — Cicatrisation des blessures : épaisseur de la couche de cellules mortes en fonction de la température et de l'humidité.

On vérifie aisément, par des mensurations périodiques, que la température favorise la formation du phelloderme qui demeure indépendante de l'humidité extérieure ; par contre, et cela se conçoit, l'épaisseur de la couche morte dépend de la siccité de l'air. Les résultats obtenus, réunis en graphiques (*fig.* 11 et *fig.* 12) corroborent les observations d'ARTSCHWAGER (1927).

Des essais de contamination différée montrent qu'il doit s'écouler plus d'*un mois et demi* avant que le liège de blessure ne soit capable d'arrêter la progression du *F. caeruleum.* Il en est autrement dans le cas des espèces du genre *Pythium* où une cicatrisation de *trois ou quatre jours* empêche toute infection.

Les lésions d'insectes, déjà anciennes et cicatrisées quand les risques de contamination et les possibilités d'infection apparaissent, ne servent pas de portes d'entrée au *F. caeruleum*.

La résistance mécanique, très importante, n'est cependant pas la seule forme de résistance au *F. caeruleum* ; on constate, en effet, qu'il n'y a pas de relation simple entre la résistance des variétés et l'épaisseur de la peau : « Saucisse », à peau mince, est douée d'une bonne résistance, « Bintje », à peau souvent épaisse, se révèle toujours très sensible.

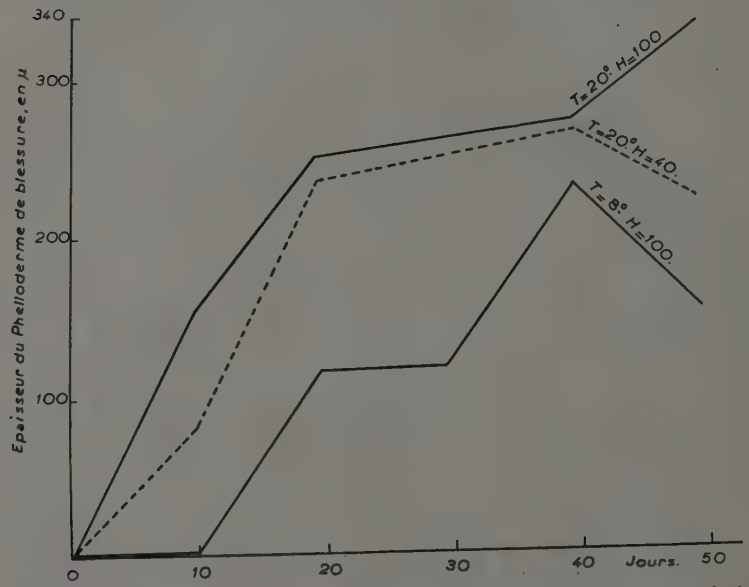


FIG. 12. — Cicatrisation des blessures : épaisseur du phelloderme en fonction de la température et de l'humidité.

Il est donc manifeste que les tissus profonds peuvent être ou non favorables au développement du *F. caeruleum* ; il existe une sensibilité intrinsèque et celle-ci est susceptible de varier ; elle est mesurable.

Epreuve de sensibilité ou de résistance des tissus. — Dans toutes les expériences qui vont être rapportées, la sensibilité des tubercules a été exprimée par la profondeur de pénétration du parasite au bout de 30 j, à 20°, pour une même densité de contamination.

On emploie une suspension de spores jeunes (culture de 15 jours-3 semaines, sur gélose-pomme de terre glucosée exposée à la lumière), renfermant 300 spores par millimètre cube qu'on étend sur la coupe fraîche d'un tubercule tranché transversalement vers son tiers. La

contamination massive ainsi réalisée correspond à 300 ou 400 spores par centimètre carré ou à 1 ou 2 spores sur la surface des sections de 10 à 12 cellules du parenchyme (diamètre des cellules : 125-150 μ).

Les tubercules sont placés en incubation dans des vases de verre de 500 à 600 cc garnis intérieurement d'un buvard qu'on maintient humide pendant 8 jours (*fig.* 13).

Fig. 13. — Technique d'essai de laboratoire.

On opère sur des lots de 15 à 20 tubercules ; on exprime la pénétration moyenne en millimètre (*fig.* 14).

c) *Etude de la sensibilité et de ses variations.* — Plusieurs faits d'observation, sans liens très apparents, ont orienté les recherches sur la sensibilité du tubercule au *F. caeruleum* ; nous les énumérons d'abord, très brièvement, pour apporter ensuite quelques données expérimentales sur chacun d'eux.

1° La Fusariose se développe très généralement en fin de conservation ; la plante en végétation résiste ; il y a donc une variation avec le cycle végétatif de la pomme de terre.

2° Les tissus gorgés d'eau, turgescents, les tissus verdis d'un tubercule exposé à la lumière s'opposent à la progression du parasite ; les intumescences ne servent pas de porte d'entrée au champignon.

3° Le *Fusarium caeruleum* pénètre rarement au niveau des germes où cependant le liège est absent ; des produits chimiques qui entravent le développement des germes favorisent l'infection.

4° Les différences dans la vitesse de progression du parasite, en fonction de la température, s'atténuent en fin de conservation.

Le séjour préalable des tubercules au froid augmente leur sensibilité ; une température élevée peut la faire disparaître.

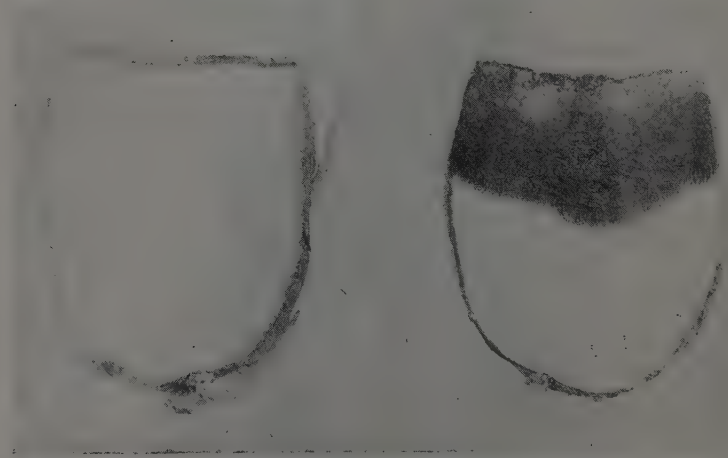


FIG. 14. — Développement de la Fusariose au bout de 25 jours à 20° : variété « Bintje ».

5° Les deux régions principales du tubercule, écorce et moelle, sont inégalement sensibles ; il existe des différences entre les variétés de pommes de terre.

1° **Sensibilité à la Fusariose et cycle végétatif de la pomme de terre.** — La pourriture se développe rarement avant l'hiver ; le tubercule s'oppose pendant un certain temps à la progression du mycélium et ne devient sensible que deux ou trois mois après la récolte, parfois plus tard encore. PETHYBRIDGE (1908), FOISTER (1940), ont remarqué cette variation et SCHMIDT (1928) a pensé qu'elle devait être liée aux fluctuations des sucres dans le tubercule.

Le graphique ci-après (*fig.* 15), relatif à la variation normale de la sensibilité dans le cas de deux variétés « Bintje » et « Saucisse », cultivées à Versailles, illustre bien ces faits ; impropre au développement du *Fusarium* pendant toute sa phase de croissance dans le sol, le tuber-

cule de « Bintje » conserve encore sa résistance pendant les premiers mois de conservation ; la sensibilité augmente ensuite pour atteindre assez vite un maximum. « Saucisse », par contre, garde sa résistance pendant une très longue période et ne devient sensible qu'en mai ou juin.

Des essais portant sur la destruction des fanes et l'échelonnement des récoltes, réalisés en 1947, font apparaître une sensibilité précoce dans les lots arrachés très tôt, les tubercules n'ayant, à cette époque, que les deux tiers de leur grosseur définitive ; cette sensibilité n'apparaît plus dans les tubercules récoltés deux mois plus tard, que les fanes aient été conservées ou détruites. Il faut encore souligner que les épreuves figurées sur les graphiques (*fig.* 16) sont celles d'octobre ; les essais

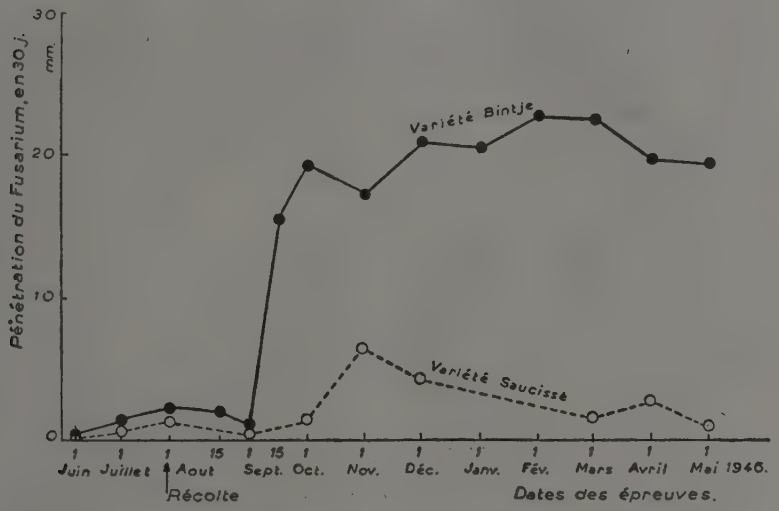


FIG. 15. — Variation normale de la sensibilité du tubercule.

d'infection tentés dès la récolte des lots, demeurés négatifs, n'ont pas été indiqués. Dans tous les cas, en effet, *la sensibilité ne se manifeste qu'après un temps de séjour en magasin.*

Les mensurations de l'épaisseur de la peau des tubercules d'épreuve correspondant à ces différents lots ont été réunies en un graphique d'ensemble (*fig.* 17) ; sa lecture nous montre simplement que la peau demeure sensiblement ce qu'elle est à la récolte ; elle se forme en terre, même en l'absence de fanes ; elle ne s'épaissit pas en magasin.

2° **Sensibilité à la Fusariose et turgescence des tissus.** — Au cours de la mise au point d'une technique d'épreuve et de mesure de la sensibilité, nous avions d'abord utilisé des vases garnis, au fond, de sable humide ; or, des trois moitiés de tubercules placées dans ces récipients, celle touchant le sable était toujours moins atteinte par la Fusariose

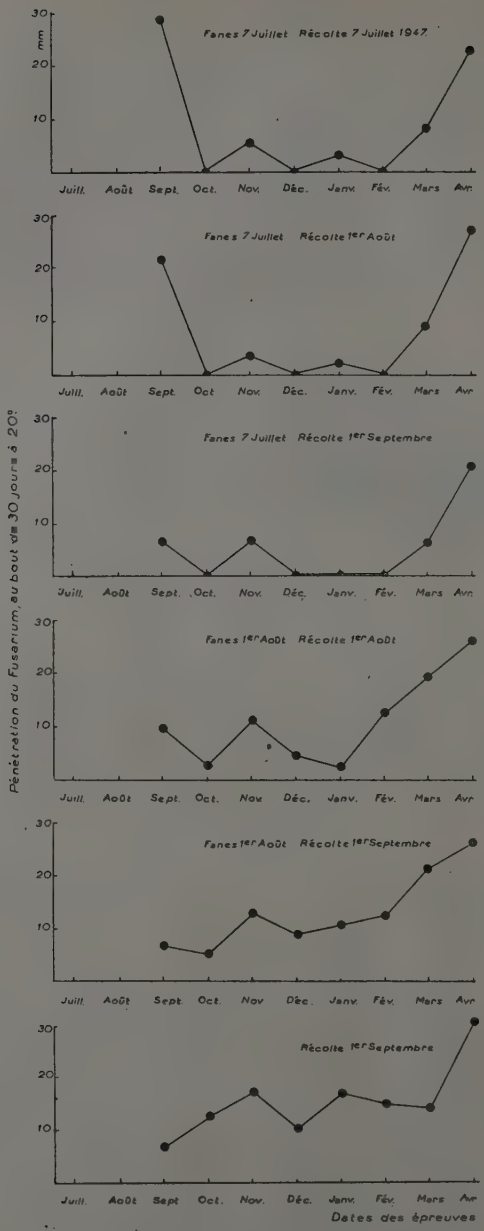


FIG. 16. — Influence de la destruction des fanes et de la date de récolte sur la sensibilité du tubercule.

que les autres ; pour une pénétration de 15 mm dans un cas, elle n'était que de 7 à 8 mm dans l'autre.

Dans les essais déjà cités destinés à montrer le rôle des blessures dans l'infection, des lots de 20-25 kg de pommes de terre avaient été fusariés en presque totalité ; cependant, quelques tubercules, 5 à 10 p. cent, bien qu'ayant séjourné plusieurs mois dans un magma de

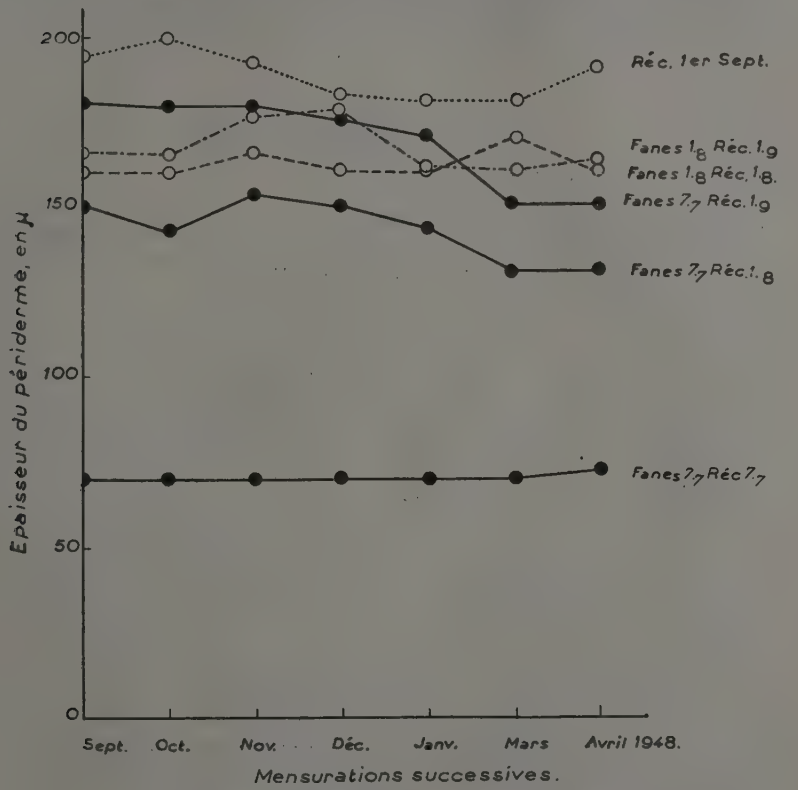


FIG. 17. — Influence de la destruction des fanes et de la date de récolte sur l'épaisseur de la peau.

tubercules décomposés, étaient demeurés parfaitement sains, présentant même à leur surface de nombreuses intumescences, portes ouvertes par où le parasite aurait pu pénétrer.

D'autre part, on ne trouve pas de Fusariose sur les tubercules oubliés en terre et les tubercules verdis à la lumière se montrent peu sensibles à cette maladie.

Il nous a semblé que ces cas de résistance pouvaient être liés à la mobilisation des réserves ou à des phénomènes de turgescence ou de tension osmotique qui en dépendent. Plusieurs expériences ont été

conduites pour tenter de vérifier cette hypothèse ; elles se rapportent notamment :

a) à la mesure de la sensibilité de tubercules mis en végétation dans du sable humide ;

b) à l'influence de la dessiccation et de l'imbibition sur la sensibilité.

a) *Influence de la mobilisation des réserves sur la sensibilité.* — Des lots de tubercules de deux variétés, « Bintje » et « Saucisse », ont été

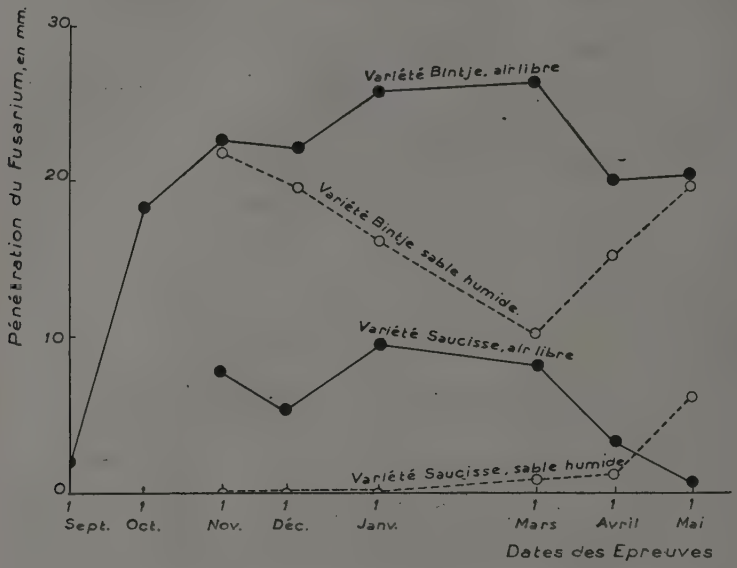


FIG. 18. — Variation de la sensibilité du tubercule au cours de la mobilisation des réserves.

maintenus dans du sable très humide et dégermés périodiquement ; des prélèvements ont été testés et comparés chaque fois à des lots de tubercules conservés en magasin.

Dans de telles conditions d'expérience, on constate que la sensibilité de « Bintje » diminue progressivement, passe par un minimum, puis croît à nouveau. La variété « Saucisse », normalement peu sensible, garde une résistance à peu près complète (*fig.* 18).

b) *Influence de la dessiccation et de l'imbibition sur la sensibilité.* — Il est possible de changer l'allure de la courbe de variation annuelle de la sensibilité, de rendre sensible un tubercule résistant et de redonner la résistance au tubercule devenu sensible. L'artifice de laboratoire met en jeu, en première approximation, la perte ou l'acquisition d'eau par le tubercule.

On peut rendre un tubercule sensible en lui faisant perdre 10 à 15 p. cent de son poids ; on y parvient par un séjour à l'étuve sèche à 25° ; inversement, le tubercule devenu sensible reprend sa résistance initiale en absorbant l'eau perdue. Un graphique (*fig.* 19) résume une suite d'expériences : des tubercules des variétés « Bintje » et « Saucisse », dont on a mesuré la sensibilité, ont été séchés jusqu'à perdre 15 p. cent de leur poids : leur sensibilité atteint le maximum ; après

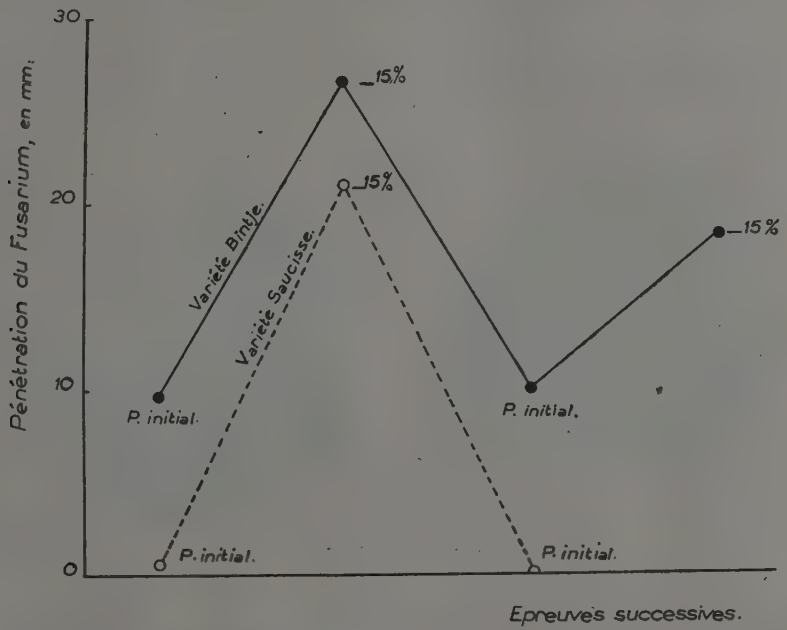


Fig. 19. — Variation expérimentale de la sensibilité en fonction de la perte de poids et de l'imbibition. La sensibilité plus faible notée en fin de courbe traduit un épuisement.

avoir repris leur poids initial par imbibition, leur sensibilité devient à nouveau nulle. Ces essais successifs peuvent être faits sur des tubercules différents d'un même lot mais également sur un seul et même tubercule.

La transpiration, les échanges respiratoires sont influencés par la température ; le séjour des tubercules à 25° pourrait donc entraîner des changements d'ordre chimique susceptibles d'expliquer la variation de sensibilité que l'on observe.

Il ne semble pas, cependant, qu'il en soit ainsi car si l'on maintient des tubercules encore à 25°, mais en atmosphère saturée, on constate que leur sensibilité ne varie pas dans la mesure où leur poids demeure

constant ; à la fin de l'expérience, on retrouve la sensibilité initiale (*fig.* 20).

On est amené à conclure que le séjour à l'étuve sèche se traduirait par des modifications d'ordre physique. Il paraît y avoir une corrélation entre la texture des membranes cellulaires et la sensibilité à la Fusariose. On observe, notamment, que les tubercules nouveaux, à chair

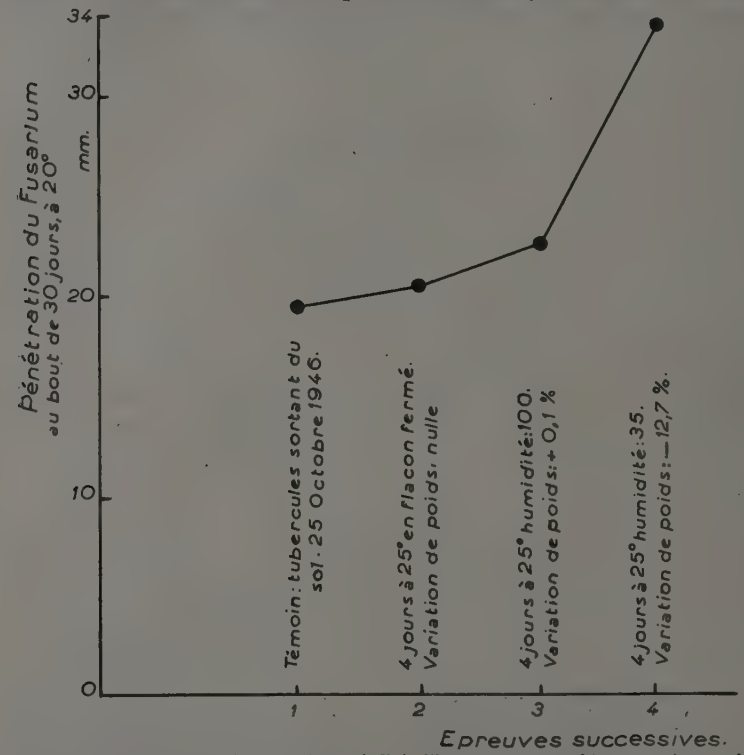


FIG. 20. — Influence de l'étuvage (25°), à l'air libre et en amosphère saturée, sur la sensibilité du tubercule.

ferme, cassante, sont impropres au développement du *F. caeruleum*, tandis que ceux dont la chair a déjà une certaine souplesse constituent un terrain plus favorable. La sensibilité coïncide souvent avec un certain degré de *flétrissement* du tubercule.

D'autres exemples de parasitisme de tubercules se prêtent à des observations et à des expériences analogues ; c'est le cas, en particulier, du *Sclerotinia libertiana* Fuckel, agent de pourriture du tubercule de Topinambour (*Helianthus tuberosus*) : un tubercule maintenu turgescent dans du sable très humide, inoculé sur une blessure, résiste à l'infection ; il devient très sensible dès qu'il s'est flétri.

La turgescence, les intumescences et les tissus verdis à la lumière.

Des tubercules ou des moitiés de tubercules placés dans du sable humide ou posés à la surface d'une nappe d'eau courante absorbent de l'eau. L'état de turgescence se traduit par la formation d'intumescences (*fig.* 21) ; ce sont des cellules hypertrophiées du parenchyme qui font hernie à l'extérieur, souvent au niveau des lenticelles, en rejetant de part et d'autre le liège déchiré.

La turgescence est atteinte au bout de 8 jours dans le cas de tubercules coupés, de 15 jours seulement dans le cas de tubercules entiers : le liège est un obstacle à l'imbibition.

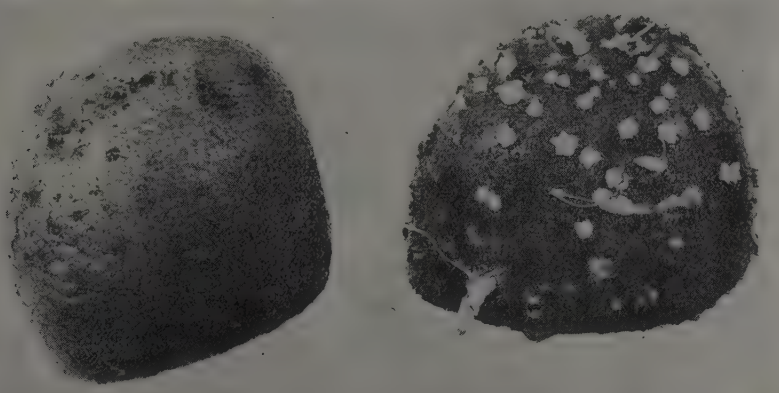


FIG. 21. — Intumescences développées à la surface d'un tubercule gorgé d'eau.

La turgescence s'accompagne de changements morphologiques importants ; le tableau suivant en donne un résumé :

TABLEAU I.

Changements consécutifs à l'absorption d'eau par les tubercules (29 mai-17 juin 1946).

	Initial	Final	Variation en %
1. *Variation de volume :*			
En milieu sec	1 815	1 715	— 5,4
En milieu humide	1 811	2 450	+ 35,2
2. *Variation de poids :*			
En milieu sec	2 000	1 950	— 2,5
En milieu humide	2 000	2 605	+ 30,2
3. *Dimension des cellules* (en μ) :			
En milieu sec	119	119	
En milieu humide	119	165	+ 38,5

Les contaminations expérimentales faites à la surface des intumescences ne sont jamais suivies d'infection ; il faut donc reconnaître que toutes les blessures ne servent pas de porte d'entrée au *Fusarium caeruleum*.

Les tissus verdis à la lumière sont peu favorables ou impropres au développement du *Fusarium*, mais cette qualité de résistance, avec ses degrés selon l'intensité du verdissement, ne concerne que l'épaisseur des tissus verdis ; les tissus plus profonds, ceux d'une face non exposée à la lumière demeurent sensibles.

3° *Possibilités d'infection au niveau des bourgeons.* — Lorsque le tubercule commence à germer et que les bourgeons cassés repoussent avec vigueur, les contaminations des plaies de dégermage sont rarement suivies d'infection ; deux essais successifs des 15 février et 10 mai 1944 ont donné les résultats suivants :

	Pourcentage d'infection
Essai du 15 février 1944 :	
I. — Tubercules apparemment intacts, contaminés	5
II. — Tubercules blessés par chocs, contaminés	95
III. — Tubercules contaminés sur plaies de dégermage	0
Essai du 10 mai 1944 :	
I. — Tubercules témoins, non contaminés	0
II. — Tubercules intacts, contaminés	0
III. — Tubercules blessés par chocs, contaminés	93,0
IV. — Tubercules contaminés sur plaies de dégermage	0

Ce n'est que très tard, en fin de conservation, que des tubercules peuvent être envahis au niveau des plaies de dégermage.

	Pourcentage d'infection
Essai du 8 juin 1946 :	
I. — Tubercules contaminés sur blessures	100
II. — Tubercules contaminés sur plaies de dégermage	25

Nous avons encore observé le développement de la Fusariose, en fin de conservation, au niveau de germes détruits par le *Rhizoctonia solani* ou entravés dans leur croissance sous l'action de divers produits chimiques.

4° *Action de la chaleur et du froid.* — La croissance du *Fusarium caeruleum* dans les tissus du tubercule de pomme de terre, en fonction de la température, ne se fait pas selon une loi simple. On constate, par exemple, que l'effet apparent d'une élévation de température sur la progression du mycélium dans la chair s'atténue en fin de conservation.

TABLEAU II.

Effet de l'élévation de température.

Date des épreuves	Progression moyenne en 24 h (en μ)		Vitesse à 20°
	10°	20°	Vitesse à 10°
1er mars	444	900	2,0
1er mai	888	998	1,1
15 juin	1 142	1 168	1,0

Les tubercules qui séjournent à basse température acquièrent une sensibilité plus grande ; le séjour à température élevée (20°), pendant le même temps, la fait disparaître. Ces faits sont en accord avec les résultats obtenus par McINTOSH (1944).

TABLEAU III.

Effet du froid.

Variété « Bintje » :	Pénétration moyenne du mycélium, en mm
Lot de tubercules conservés en cellier à 10-12°	10,8
Lot de tubercules ayant séjourné 13 jours à 1-2°	21,1
Lot de tubercules ayant séjourné 13 jours à 20°	4,2

5° *Localisation du parasite dans le tubercule.* — Les inoculations échelonnées montrent que le *Fusarium caeruleum* trouve d'abord un terrain favorable dans la région médullaire, puis ultérieurement dans la zone corticale du tubercule ; la forme générale de l'altération traduit toujours sa prédilection pour les tissus de la moelle.

Certaines espèces du genre *Phytophthora* (*P. erythroseptica, P. palmivora*) manifestent aussi cette affinité pour la moelle du tubercule de pomme de terre.

D'autres parasites, au contraire, se localisent de préférence dans l'écorce : *Phytophthora infestans, Alternaria solani* ; il en est de plus indifférents : *Pythium ultimum, Erwinia carotovora.*

Récapitulation des faits relatifs à la sensibilité. Hypothèses. — La sensibilité à la Fusariose varie considérablement avec le cycle végétatif de la pomme de terre.

Dans l'hypothèse qui paraît cadrer le mieux avec l'ensemble des faits, la progression du mycélium de *F. caeruleum* entre les cellules de l'hôte dépendrait de la présence de substances chimiques utiles ou indispensables à la croissance du parasite et de conditions particulières liées à des changements dans la perméabilité de la membrane cellulaire.

A l'appui de la raison d'ordre chimique — où les sucres joueraient le principal rôle — il convient de rappeler les faits suivants :

a) *Le Fusarium caeruleum* n'a pas d'action diastasique *in vivo*, sur la fécule ; *in vitro*, son activité sur l'empois d'amidon est faible ou nulle.

b) La sensibilité apparaît d'abord dans les tubercules insuffisamment mûrs, disparaît ensuite et s'exagère plus tard avec la transformation des réserves.

c) Le froid, qui réduit les combustions sans atteindre au même degré l'activité des diastases, permet l'accumulation des sucres et augmente la sensibilité ; la chaleur a un effet inverse.

Les intumescences, les tissus verdis à la lumière sont constitués par des cellules à cytoplasme où les réserves amylacées ont disparu ; le parasite ne les attaque pas.

d) Les dégermages répétés, l'action de substances qui entravent le développement des bourgeons suppriment des organes qui consomment et accroissent la sensibilité du tubercule.

A l'appui de la seconde interprétation selon laquelle l'état de sensibilité impliquerait une perte de turgescence se relient également certains faits :

a) Un court séjour à l'étuve sèche rend les tubercules sensibles et d'autres cas de parasitisme donnent lieu à des expériences analogues.

b) La sensibilité des tubercules non mûrs n'apparaît qu'après un séjour en magasin et semble bien coïncider avec une certaine flaccidité des tissus.

c) La variété « Saucisse », normalement résistante, devient sensible après un séjour à l'étuve (*fig.* 19).

Toutefois, les phénomènes chimiques et physiques dont le tubercule est le siège sont essentiellement interdépendants et l'on ne saurait les séparer. Il est avéré, par exemple, que la mobilisation des réserves, qu'elle soit normale ou liée au verdissement, se traduit nécessairement par une augmentation — au moins temporaire — de la pression osmotique du suc cellulaire.

La courbe de variation de la sensibilité en fonction de la mobilisation des réserves (*fig.* 18) comporte une inflexion nette ; il y aurait donc des limites de concentration ou de tension osmotique en deçà et au delà desquelles le *Fusarium caeruleum* se trouverait dans l'impossibilité de parasiter son hôte.

A cet égard, Nielsen (L.W.) et Todd (F.A.) (1944) font état de phénomènes d'exosmose de sucres dans les tubercules exposés à des températures subléthales ; pour eux, l'augmentation de la perméabilité des membranes qui en résulte fournirait une explication satisfaisante au développement des bactéries de pourritures molles.

D'autre part, Trocme (S.) et Barbier (G.) (1948) ont montré que la concentration des sucres totaux augmente fortement au cours de la conservation de la pomme de terre, et passe de 0,3 à 1,3 p. cent de la matière fraîche en 2 mois.

Ces données d'ordre physique et chimique pourraient peut-être servir de base d'interprétation aux variations de la sensibilité des tubercules à la Fusariose.

En conclusion, il y a des raisons de penser que la variation de sensibilité met en œuvre des phénomènes d'ordre chimique (teneur du suc cellulaire en éléments indispensables à la croissance du parasite — probablement des sucres, et d'ordre physique (turgescence, tension osmotique, texture et perméabilité des membranes cellulaires).

Conséquences pratiques. — Tous les résultats relatifs à la biologie du *Fusarium caeruleum* dans ses relations avec le milieu extérieur et le cycle végétatif de la Pomme de terre comportent des applications.

Les tubercules récoltés trop tôt, à peau mince, les tubercules blessés ou coupés se dessèchent plus vite et deviennent, en général, plus sensibles que les tubercules récoltés tard, à peau épaisse et intacte. En récoltant un peu tardivement on évitera le développement précoce de foyers que le calibrage mécanique est susceptible d'étendre en blessant les tubercules et dispersant les spores.

On évitera de conserver dans un local chaud et sec.

Une température un peu basse ralentira sensiblement le développement de la maladie.

Le fait que le tubercule sensible retrouve sa résistance initiale en reprenant sa turgescence montre qu'il y aurait intérêt à planter de bonne heure et dans un sol assez humide.

V. — LOCALISATION OU EXTENSION DE LA MALADIE

Il était pour le moins surprenant que certains centres de production aient été plus affectés que d'autres par la Fusariose. On pouvait envisager plusieurs hypothèses :

a) L'inégale infestation du milieu ; elle posait le problème de la recherche des sources de contamination.

b) La production, dans certains terrains, de tubercules physiologiquement anormaux, très sensibles à la Fusariose.

c) L'existence de races physiologiques de *Fusarium caeruleum*. Pour diverses raisons, l'étude de cette dernière question a été différée ; nous y rattacherons le parasitisme des espèces du genre *Fusarium* sur le tubercule de pomme de terre.

a) **Infestation du milieu : Sources de contamination.** — En Angleterre, Foister (E.C.), Wilson (A.R.), Small (T.) (1940-1945) considèrent que le *Fusarium* peut vivre et persister dans les champs et qu'il existe une relation constante entre le degré d'infestation du sol et l'importance des dégâts ultérieurs. Ils constatent, notamment, que la Fusariose se développe dans les silos, sur des tubercules qui n'ont pas séjourné en magasin. Leur méthode générale de lutte s'appuie sur ces constatations et des épreuves préalables opérées dans les champs leur permettraient de prévoir les risques de Fusariose.

Les essais réalisés en France se rapportent à l'observation de récoltes issues de tubercules atteints de Fusariose et à la recherche directe du *Fusarium caeruleum* dans le sol, les locaux de conservation ou sur le matériel employé dans le travail de la pomme de terre (paniers, sacs, tables de triage, calibreurs).

1. *Récoltes issues de tubercules malades.* — A partir d'un tubercule semence partiellement fusarié, on conçoit que le champignon puisse s'étendre à l'ensemble de la touffe et que les tubercules nouveaux en seront porteurs ; la pathologie de la Pomme de terre, en effet, nous fournit de nombreux exemples analogues : *Rhizoctonia solani*, *Vermicularia varians*, etc.

Les essais effectués à Versailles ont donné des résultats négatifs ; les tubercules récoltés, blessés dès l'arrachage, puis à nouveau en janvier, sont demeurés indemnes.

In vitro, le *Fusarium caeruleum* se maintient difficilement sur de la terre ; il produit un mycélium rare et des chlamydospores, mais forme rarement des spores. Il fructifie mieux sur la paille ou le fumier et, de ce fait, il n'est pas impossible qu'il puisse se maintenir dans certains sols particulièrement riches en matière organique.

2. *Recherche directe du Fusarium caeruleum.* — La technique employée, comparable à celle de Pethybridge (1908), Small (T.) (1945) utilise le tubercule de pomme de terre comme milieu sélectif. Elle comporte ensuite des réisolements sur milieu nutritif. Des précautions d'asepsie sont indispensables et les résultats ne sont probants que si les tubercules témoins demeurent indemnes. Les tubercules d'épreuve sont d'abord désinfectés superficiellement au *Crésyl à 2 p. cent* pendant 15 min. On les tranche aseptiquement vers le tiers inférieur et les sections fraîches sont frottées sur les surfaces à éprouver (local, sol). On place en incubation à 20°, on examine au bout de 15 jours. En faisant intervenir un coefficient qui tient compte du nombre de taches développées, on obtient des nombres qui expriment le degré d'infestation.

Nous rapportons les résultats d'épreuves assez nombreuses effectuées dans la Région parisienne (Oise) et en Bretagne (Finistère).

	Indice
Oise.	
1. Témoin, tubercules coupés aseptiquement	0
2. Témoin, tubercules contaminés expérimentalement	100
3. Aire du local de conservation	100
4. Parois des murs (0 à 1 m)	15
5. Parois des murs (au-dessus de 1 m)	54
6. Champ ayant porté la récolte	0
Finistère (1948).	
Témoin, tubercules coupés aseptiquement	0
Témoin, tubercules contaminés expérimentalement	100

	Indice
Producteur I.	
1. Plancher d'un grenier à pommes de terre	100
2. Plafond du grenier	37
3. Champ ayant porté la récolte	0
Producteur II.	
1. Aire d'un local à pommes de terre (terre battue)	100
2. Surface d'une table de triage	100
3. Champ ayant porté la récolte	0
Producteur III.	
1. Champ n° 1 ayant produit des plants malades	0
2. Champ n° 2 — — (« terre noire »)	0
Utilisateur I.	
1. Local : épreuve à côté d'un tas de tubercules	53
Sacs usagés.	
1. 50 sacs reconnus contaminés sur 70 pris au hasard	33,5
Finistère (1949) :	
Producteur IV.	
1. Témoin, tubercules coupés aseptiquement	2,5
2. Champ ayant porté une culture de pommes de terre en 1949	5,6
3. — — — 1948	27,9

FIG. 22. — Tubercules à germes grêles, très sensibles à la Fusariose et tubercules normaux à germes gros et courts : variété « Bintje » - Pleyber-Christ (Finistère) - 4 Avril 1948.

Dans leur ensemble, ces épreuves révèlent la contamination très fréquente des locaux et du matériel, notamment celle des paniers, des tables de triage, des calibreurs et des sacs usagés. Dans quelques cas seulement, certains champs ont donné lieu à des résultats positifs.

En se basant sur les résultats acquis, il a été décidé que l'effort porterait d'abord sur la désinfection des magasins et du matériel.

b) **Influence de la nutrition sur la sensibilité des tubercules.** — On a des raisons de croire que certains terrains donnent lieu à la formation de tubercules anormalement sensibles.

M. Coat, Directeur de Syndicat, a remarqué que des zones, dans l'aire du syndicat, produisent des tubercules toujours très atteints par la maladie. Ces tubercules ont la particularité de germer de bonne heure en donnant des bourgeons plus grêles et plus longs que les bourgeons normaux (*fig.* 22).

Dans le but de faire mieux ressortir l'influence du sol, on a planté comparativement à Versailles (Seine-et-Oise) et à Pleyber-Christ (Finistère), deux variétés, l'une résistante, « Saucisse », l'autre sensible, « Bintje ». Les tubercules récoltés ont été soumis à l'infection expérimentale en février et mars 1949. L'essai a donné les résultats suivants :

Tableau IV.

Influence du sol. Epreuve : 12 février-14 mars 1949.

N° d'ordre	Variétés et origine	Nombre de tubercules éprouvés	Infections positives	Pénétration moyenne au bout de 30 j à 20°
I P.	« Bintje » Pleyber-Christ.....	15	15	28,4
II P.	« Saucisse » Pleyber-Christ ...	15	10	15,3
III P.	« Bintje » Pleyber-Christ (Terre franche).....	15	15	20,6
IV P.	« Bintje » Pleyber-Christ (Terre noire).....	15	15	26,0
5	« Bintje », Versailles	16	15	15,7
6	« Saucisse », Versailles	15	4	4,9

Epreuve : 31 mars-30 avril 1949.

N° d'ordre	Variétés et origine	Nombre de tubercules éprouvés	Infections positives	Pénétration moyenne au bout de 30 j à 20°
I P.	« Bintje » Pleyber-Christ	20	20	28,2
II P.	« Saucisse » Pleyber-Christ ...	20	20	17,4
III P.	« Bintje » Pleyber-Christ (Terre franche)	20	20	26,1
IV P.	« Bintje » Pleyber-Christ (Terre noire)	21	21	28,5
5	« Bintje », Versailles	16	16	21,0
6	« Saucisse », Versailles	20	17	8,1

On voit donc que les « Bintje » cultivées dans certains sols de Bretagne sont manifestement plus sensibles que celles récoltées à Versailles ; les différences s'accusent dans le cas des « Saucisse » qui acquièrent en Bretagne une sensibilité comparable à celle des « Bintje » de Versailles.

De tels faits, déjà importants, sont susceptibles d'orienter les recherches dans une voie nouvelle ; l'influence de la fumure, notamment, entrevue par Fehmi (S.) (1943), méritera d'être étudiée en détail.

c) **Espèces du genre *Fusarium* capables de parasiter le tubercule de pomme de terre.** — Selon divers auteurs : Carpenter (C.W.) (1915), Haskell (R.J. (1916), Schmidt (E.) (1928), Link (G.K.K.) et Ramsey (G.B.) (1932), Wollenweber (H.W.) et Reinking (O.A.) (1935), la Pomme de terre peut être attaquée par plusieurs espèces appartenant au genre *Fusarium* ; ces parasites interviennent soit pendant la végétation et se comportent en agents de flétrissement, soit au cours de la conservation et provoquent des pourritures de tubercules.

Les espèces associées à des flétrissements sont généralement *F. oxysporum Schlecht. F. eumartii* Carp., *F. trichothecioides* Wr.

Aux Etats-Unis, les flétrissements se manifestent dans les régions chaudes ou bien au cours de saisons chaudes ; ils se traduisent par la mort prématurée des plantes mais encore par des altérations légères des tubercules (brunissement de l'anneau vasculaire, pourriture du talon). Des deux parasites principaux, *F. oxysporum* et *F. eumartii* le premier est le plus exigeant en chaleur.

D'autres espèces sont plus particulièrement associées aux pourritures de tubercules : *F. trichothecioides* Wr., *F. eumartii* Carp., *F. radicicola* Wr., *F. oxysporum* Schlecht., *F. sulphureum* Schl., *F. caeruleum* (Lib.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. ; ces organismes provoquent des pourritures dont la texture peut varier ; elles peuvent être tantôt humides (*F. radicicola*), tantôt en bouillie (*F. oxysporum, F. radicicola*), tantôt sèche et pulvérulente (*F. trichothecioides*).

On admet généralement que ces espèces vivent en saprophytes dans le sol sur les débris végétaux et qu'aucun sol n'en est exempt, mais elles y sont plus ou moins abondantes et leur fréquence est variable.

Les agents de flétrissement sont les plus exigeants en chaleur ; c'est ainsi que dans les Etats humides de l'Est et de l'Ouest on signale surtout *F. caeruleum*, dans les Etats du Sud : *F. oxysporum* et *F. radicicola*, dans le Centre, *F. trichothecioides*.

Des espèces peuvent envahir les tubercules et les plantes dans le champ ; *Fusarium radicicola* peut pénétrer dans les tubercules par les lenticelles, *F. oxysporum*, *F. eumartii* et parfois *F. trichothecioides* pénètrent dans la plante et de là gagnent le tubercule par la voie du stolon. Les autres espèces sont des parasites de blessures qui se développent sur les tubercules après la récolte ; le *Fusarium caeruleum* est le plus important.

TABLEAU V.

Activité des Espèces du Genre Fusarium *sur le tubercule de pomme de terre.*

N°	Espèces	Origine des souches (hôtes)	Tubercules inoculés	Tubercules infectés	Caractères des altérations
	Témoin non contaminé : (15 tub.).			0	
Ps2	*F. caeruleum* (Lib.) Sacc.	P. de terre	15	15	Pourriture, 2/3 du tubercule.
6	*F. solani* (Mart.) App. et Wr.	—	15	0	
15	*F. orthoceras* App. et Wr.	—	15	2	Pourriture peu profonde.
17	*F. oxysporum Schlecht.*	—	15	4	Pourriture sèche.
19	*F. caeruleum* (Lib.) Sacc.	—	15	8	Pourriture 1/8 du tubercule.
30	*F. moniliforme* Sheld.	—	15	0	
42	*F. scirpi* Lamb. et Fautr.	Orge	15	0	
43	*F. equiseti* (Cda) Sacc.	Avoine	15	2	
45	*F. sambucinum* Fuck f. 2 Wr.....	Céréales	15	3	
47	*F. poae* (*PK*) Wr.	—	15	4	Pourriture sèche, blanchâtre, pénétrante.
51	*F. redolens* Wr.	—	15	0	
55	*F. avenaceum* Fr. Sacc., f. 1.....	—	15	2	Pourriture sèche, fauve ou grisâtre.
60	*F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. ..	Lin	15	6	Pourriture souvent pénétrante, rougeâtre.
61	*F. lini* Bolley	Lin	15	9	Pourriture pénétrante, marron clair.
70	*F. avenaceum* (Fr.) Sacc.	Pois	15	10	Pourriture sèche, pulvérulente.
75	*F. arthrosporioides* Sherb.	Pois	15	7	Pourriture pénétrante, marron clair.
61 Y	*F. tracheiphilum* E.F. Sm.	C.B.S. Baarn	15	3	Pourriture sèche.
	F. solani Mart. var. Martii. App. et Wr. f. 2 Sn.	Pois	15	6	Pourriture sèche, marron ou brunâtre.
H	*Cylindrocarpon radicicola* Wr.....	Carotte	15	4	Pourriture sèche, gris brunâtre.

FIG. 23. — *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

Profitant de la collection de *Fusarium* du laboratoire, nous avons vérifié le pouvoir pathogène de quelques espèces en inoculant des tubercules de la variété « Bintje » selon la technique déjà indiquée (p. 174).

Les résultats de ces essais sont groupés dans le tableau V.

Comme on peut le constater à la lecture de ce tableau, plusieurs espèces, en effet, se montrent capables de se développer dans la chair du tubercule de pomme de terre et d'en provoquer la pourriture ; ce sont les espèces suivantes qui se montrent les plus actives : *F. caeruleum* (Lib.) Sacc ; *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. (*fig.* 23), *F. lini* Bolley, *F. arthrosporioides* Sherb., *F. oxysporum* Schlecht. et *F. poae* (PK.) Wr.

VI. — RÉSISTANCE VARIÉTALE

La technique d'épreuve appliquée à l'étude du comportement des variétés fait apparaître des différences de sensibilité à la Fusariose ; elle tend à mettre en évidence la résistance de la chair et fait abstrac-

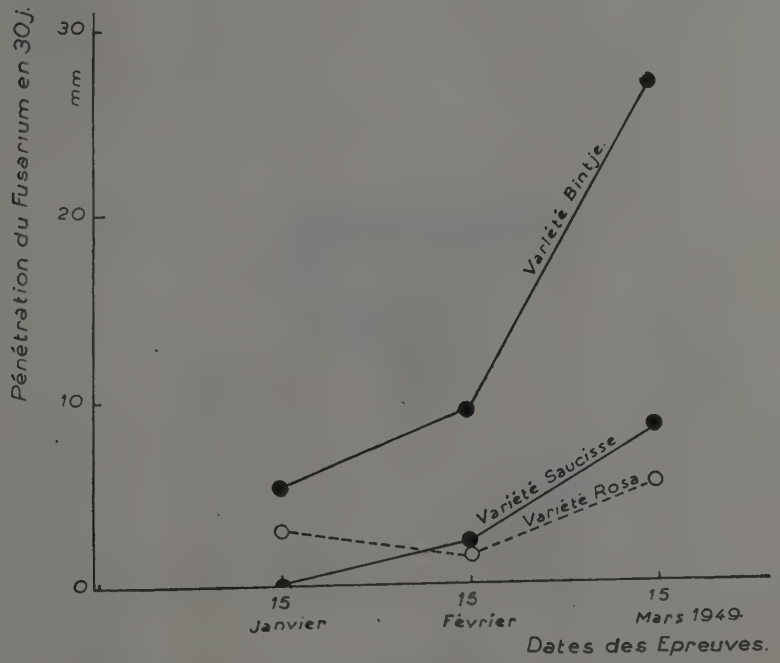


Fig. 24. — Sensibilité comparée de trois variétés : « Bintje », « Saucisse », « Rosa ».

tion de celle qui résulte de la protection mécanique due à la peau du tubercule, à son épaisseur, à son intégrité.

Les observations recueillies, en liaison avec la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles (1), ont été groupées en un tableau d'ensemble ; la sensibilité des variétés y est figurée par rapport

(1) Les essais de variétés réalisés à Colmar, parallèlement aux épreuves de résistance à la Galle verruqueuse, sont dus à MM. Selariès, Vuittenez et David.

A Versailles, MM. Anselme et Guntz nous ont apporté leur concours.

à celle de « Bintje » en tenant compte de la profondeur de pénétration du *Fusarium* au bout de 45 jours à 12-14°, pour une même densité de contamination. La notation a été simplifiée selon l'échelle suivante :

Résistance notable :		R
Sensibilité inférieure	à celle de « Bintje ».	(—)
— égale	—	(=)
— supérieure	—	(+)

Quelques variétés comme « Doon star » et « Record » sont plus sensibles que « Bintje » ; la plupart ont une sensibilité un peu plus faible ; rares sont celles comme « Saucisse », « Rosa », « Primula » (*fig.* 24) qui résistent pendant une très longue période et ne deviennent sensibles que très tard, en mai-juin ; de plus, l'attaque y présente souvent une

Fig. 25. — Fusariose n'affectant que la moelle : variété « Saucisse ».

allure particulière, le *Fusarium* se localise dans la moelle et délaisse l'écorce (*fig.* 25), si bien que de telles variétés ne pourraient être infectées qu'à la faveur de blessures profondes.

La localisation différente du *Phytophthora infestans* et du *Fusarium caeruleum* dans les tissus du tubercule, traduction d'exigences particulières qui se trouvent satisfaites dans l'écorce pour l'un (Protides?) et dans la moelle pour l'autre (Glucides?), donne à penser que les variétés à tubercules très sensibles au Mildiou pourraient être douées d'une certaine résistance à la Fusariose. Les variétés « Saucisse », « Rosa », « Primula » en seraient déjà des exemples.

TABLEAU VI.

Sensibilité des variétés à la Fusariose.

Epreuve : 26 janvier-12 mars 1948.

« Ackersegen »	(—)	« Kardinal »	(=)
« Arran Banner »	(—)	« Katahdin »	(—)
« As »	(=)	« Kelt »	(=) (—)
« B.F.15 »	(=)	« Komeet »	(+)
« Belle de Fontenay »	(—)	« Krasava »	(=) (+)
« Carnea »	(=)	« Libertas »	(—)
« Cellini »	(—)	« Loman »	(—)
« Centifolia »	(=)	« Marjolin »	(=)
« Champion »	(=) ou (—)	« Max Delbrück »	(=) ou (—)
« Craig's Defiance »	(=)	« Mensa »	(—)
« Déva »	(=)	« Merkur »	(—)
« Doon Star »	(+)	« Mittelfrühe »	(=)
« Déodora »	(=)	« Muntinga 17 »	(—)
« Duchesse »	(—)	« Oval Gelbe »	(=)
« Edelgard »	(=)	« Olympia »	(=)
« Edeltraut »	(=)	« Parnassia »	(—)
« Eigenheimer »	(=)	« Record »	(+)
« Epicure »	(=)	« Richter's Jubel »	(—) (R)
« Erdgold »	(=) ou (+)	« Robusta »	(=)
« Erika »	(=)	« Rosa »	(—) (R)
« Etoile du Léon »	(=)	« Rosafolia »	(=)
« Flava »	(=)	« Royal Kidney »	(=)
« Flourball »	(—)	« Saskia »	(=)
« Frühgold »	(=)	« Saucisse »	(—) (R)
« Früheste delikatess »	(—)	« Sieglinde »	(=) ou (+)
« Frühnölle »	(=)	« Sickingen »	(=) ou (—)
« Furore »	(=)	« Succès »	(=) ou (—)
« Gloria »	(=)	« Triumph »	(=)
« Hindenburg »	(—)	« Viola »	(=)
« Ideaal »	(—)	« Voran »	(—) (R)
« Imperia »	(—)	« Weisses Rössl »	(—)
« Imperia » × « Jaune d'Or »	(=)	« Wilpo »	(=)
« Industrie »	(=) ou (—)	« X.E. 32 »	(—)
« Juli »	(=)		
« Johanna »	(=) ou (—)		
« Jössing »	(=)		

Epreuve : 12 février-27 mars 1948.

« Alberta »	(=) ou (+)	« Kerr's Pink »	(—)
« Alpha »	(=)	« King Edward VII »	(=) (—)
« Arran Bard »	(=)	« Kotnow »	(—)
« Arran Consul »	(—)	« Majestic »	(=) (+)
« Arran Pilot »	(=)	« Marta »	(=)
« Arran Victory »	(—)	« Noordeling »	(—)
« Belle de Fontenay »	(=) ou (+)	« Ostbote »	(=)
« Beteka »	(=)	« Primula »	(—) (R)
« Bevelander »	(=)	« Ratte »	(—)
« Bonnotte de Noirmoutier »	(=)	« Reditel Figna »	(=)
« Bronderslev »	(=)	« Rénéta »	(+)
« Dagmar »	(=) ou (—)	« Rohlicky »	(—)
« Dunbar Rover »	(=) ou (+)	« Rood Star »	(=) (—)
« Doon Star »	(+)	« Rosa »	(—) (R)
« Draga »	(=) ou (+)	« Saucisse »	(R)
« Eerstelingen »	(=) ou (+)	« Sieglinde »	(=)
« Flora »	(—)	« Souvenir »	(+)
« Herbstrote »	(=) ou (—)	« Ultimus »	(—)
« International Prime »	(=) ou (+)	« Up to Date »	(—)
		« Viola »	(=)

TABLEAU VII.

Sensibilité des variétés à la Fusariose.

Versailles. Epreuve : 16 mars-28 avril 1949.

« Altgold »	(—)	« Meerlander »	(—)
« Aquila »	(—)	« Mulder R.44 »	(—)
« Ari » (Z.P.C.40-405)	(=)	« Mulder R.72 »	(—)
« Arran Chief »	(—)	« Netted gem »	(—)
« Bintje »	Témoin	« Nova »	(—)
« B.127 »	(—)		
« Burbank »	(—)	« Orion »	(—)
« Carmen »	(—)	« Pepo »	(—)
« Chardon »	(— =)	« Pévéloise »	(—)
« Chippewa »	(—)	« Primula »	(—)
« Cocotte du Mas d'Azil »	(—)	« Prof. Wohltmann »	(—)
« Czarine »	(—)	« Prummel P.202 »	(—)
« Depesche »	(—)	« Prummel P.299 »	(—)
« Déva »	(—)	« Red Bliss »	(—)
« Dianiella »	(—)	« Rondine » = 12 Bl.	(—)
« Doré »	(—)	« Ronde jaune du Trégor »	(—)
« Dorst, U.243 »	(—)	« Rosa »	(—)
« Duivelander »	(—)	« Rosafolia »	(—)
« Earlaine »	(—)	« Rote Niere »	(—)
« Early Ohio »	(—)	« Rubingold »	(—)
« Early rose »	(—)	« Saucisse »	(—)
« Elsa »	(—)	« Sébago »	(—)
« Frühbote »	(—)	« Séquoia »	(—)
« Frühmölle »	(—)	« S.F.R.200 »	(—)
« Geelblom »	(— =)	« Shamrock »	(—)
« Gladstone »	(—)	« Sirtéma »	(—)
« Green mountain »	(—)	« Sneeuw »	(—)
« Hollande de Roscoff »	(—)	« Solanum »	(—)
« Houma »	(—)	« Stärkeragis »	(—)
« Ijsselster »	(—)	« T.28 N. »	(—)
« I.P.26 »	(—)	« T.30 N. »	(—)
« Jaune d'Or »	(—)	« Taborky »	(—)
« Jaune du Pays de l'Aveyron »	(—)	« Thijn »	(—)
« Joséphine »	(—)	« Tylstrup Odin »	(—)
« K.C. 106 »	(—)	« Ulster Chieftain »	(=)
« Kitting »	(— =)	« Ulster Commerce »	(—)
« Koopman's blauwe »	(—)	« Vale »	(=)
« Kvétuse »	(—)	« Vera »	(—)
« Lockorst 3.901 »	(=)	« Vitelotte rouge »	(=)
« Magnéto »	(=)	« Warba »	(—)
« Matador »	(—)	« Wekaragis »	(—)
		« X. May. règne »	(—)

Colmar. Epreuve : janvier-février 1949.

« Aquila »	(—)	« Doré »	(=)
« Arran Bard »	(=)	« Dorst U.243 »	(—)
« As »	(—)	« Draga »	(=)
« Bally doon »	(=)	« Duivelander »	(—)
« Bévelander »	(—)	« Dunbar Rover »	(—)
« Bihan »	(—)	« Elsa »	(—)
« Bojar »	(=)	« S. Fin de Siècle » (Boujet)	(—)
« Carmen »	(—)	« Flämmingskost »	(—)
« Condor »	(=)	« Flora »	(—)
« Dagmar »	(=)	« Flourball »	(—)
« Dakota Red »	(—)	« Francia »	(—)
« Depesche »	(—)	« Früheste Delikatess »	(—)

Colmar. Epreuve : Janvier-février 1949 *(suite)*.

« Gigant »	(—)	« Nova »	(—)
« Gladstone »	(—)		
« Glückspilz »	(—)	« Orion »	(— =)
« Home Guard »	(—)	« Prestkvern »	(—)
« Houma »	(—)	« Prummel P.202 »	(—)
		« Prummel P.299 »	(—)
« Impéria » × « Jaune d'Or »	(—)		
« Ijsselster »	(—)	« Réditel Figna »	(—)
		« Rénéta »	(— =)
« Johanna »	(—)	« Robusta »	(—)
« Joséphine »	(—)	« Rohlicky »	(—)
« Jossing »	(—)	« Roswitha »	(—)
« Kardinal »	(—)	« Sébago »	(=)
« Kerr's Pink »	(—)		
« Koopman's Blauwe »	(—)	« Thijn 3635 »	(— =)
« Kvetuse »	(—)	« Thijn 4049 »	(—)
« Libertas »	(—)	« Tidlif Rosen T.8 »	(=)
« Loman »	(—)	« Triumf »	(=)
		« Triumph 48 »	(— R)
« Magnéto »	(=)	« T.28 N. »	(=)
« Marta »	(—)	« T.30 N. »	(— R)
« Meerlander »	(—)		
« Monika T.8 »	(— =)	« Ulster Commerce »	(=)
« Möwe »	(—)	« Ulster Ensing »	(—)
« Mulder R.44 »	(—)		
« Mulder R.72 »	(—)	« X.E.32 »	(— =)
« Muntinga 17 »	(—)	« X. Mayrègne »	(=)

VII. — LUTTE CHIMIQUE

Les mesures indirectes de lutte (récolte à maturité complète, suppression du calibrage mécanique, désinfection des locaux et du matériel) admises dans les Syndicats de production, ont donné des résultats appréciables ; leur mise en œuvre a permis de ramener les pertes à des taux acceptables de l'ordre de 5 p. cent.

Cependant, il aurait été intéressant de pouvoir protéger les tubercules par un traitement ; c'est par là même poser le problème de la lutte chimique, directe, contre la Fusariose et le moment serait venu d'en examiner, en détail, ses aspects et ses possibilités actuelles.

La lutte contre la Fusariose par les moyens chimiques présente des difficultés nombreuses ; elles se rapportent notamment :

— 1° à la sensibilité des spores de *F. caeruleum* aux agents chimiques et à la sensibilité du tubercule aux mêmes agents ;

— 2° aux conditions particulières de l'infection.

Dans la sélection des produits chimiques actifs contre le *F. caeruleum*, nous avons adopté une technique d'essais rapide qui tend à reproduire les conditions dans lesquelles un traitement pratique aurait pu être envisagé.

Cette technique est celle qui nous a servi dans les études sur la sensibilité : des tubercules coupés sont inoculés en étalant sur la section une suspension de spores de concentration suffisante pour donner lieu à une progression homogène de l'altération. La concentration a été

fixée à 300 spores par millimètre cube ; sa dilution au 1/100e se traduit par le développement de rares points d'infection séparés.

Les sections qu'on vient de contaminer servent de tests ; les produits à essayer sont appliqués sur la surface, en solution ou en poudre, à diverses concentrations. Les tubercules d'épreuve sont mis en incubation à 20°. On note les résultats au bout de 12-15 jours.

Un produit actif empêche toute infection ; il révèle, en même temps, ses qualités d'innocuité sur la chair, la peau et les germes (*fig.* 26).

Fig. 26. — Possibilité théorique de traitement chimique : deux lots de tubercules contaminés sur de larges blessures, l'un poudré au carbonate de cuivre pur (56 p. cent Cu), sans effet, l'autre traité par un dérivé organo-mercurique, efficace.

Ultérieurement, des essais de traitements ont été réalisés sur des lots de tubercules d'une certaine importance.

1° **Sensibilité des spores de *F. caeruleum* aux agents chimiques ; résultats d'essais.** — Les résultats des essais de laboratoire qui vont être résumés brièvement permettent des observations générales.

Il apparaît que les spores de *F. caeruleum* résistent à des doses très élevées ; c'est ainsi que, par exemple, pour empêcher l'infection en employant les fongicides courants, il faut atteindre les concentrations suivantes :

Formol (à 30 p. cent d'aldéhydeformique)	3 à 5 p. cent
Sulfate de cuivre	7 à 8 —
Bichlorure de mercure	15 p. mille
Produits organo-mercuriques solubles	15-20 —
Chlore	100 l gaz par m³ pendant 6 h

On remarque que les doses actives sont généralement 15 à 20 fois plus fortes que celles efficaces sur la spore de *Tilletia tritici* ; le tubercule de pomme de terre supporte rarement, sans dommages, des concentrations aussi élevées.

De rares produits se sont montrés actifs à dose relativement faible : crésylols, anhydride sulfureux, formol, composés organomercuriques en solution ou en poudre, trichlorodinitrobenzène, thiourée, etc... ; très souvent la concentration nécessaire a déterminé des brûlures graves, en interdisant l'emploi ; certains corps ont pu être retenus pour désinfecter les locaux et le matériel.

a) **Essais de laboratoire.** — Les observations recueillies sur chaque produit éprouvé à plusieurs concentrations, tant en solution (de 2 p. mille à 20 p. cent), qu'en poudre (de 1 à 50 p. cent, parfois à l'état pur), permettent un classement dans un ordre d'efficacité décroissante ; en simplifiant à l'extrême, nous adopterons quatre groupes :

Groupe I : *Produits efficaces.* — En essais de laboratoire, les produits de cette catégorie se sont montrés capables d'arrêter l'infection à des doses relativement faibles et n'ont pas provoqué de brûlures.

Groupe II : *Produits efficaces mais provoquant des brûlures très graves.*

Groupe III : *Produits d'efficacité faible.* — Ces corps n'agissent qu'à concentration élevée ou retardent seulement l'infection.

Groupe IV : *Produits d'efficacité nulle.*

Dans chacun des groupes, les produits sont rangés par ordre alphabétique.

Groupe I. — *Produits efficaces :*

Bichlorure de mercure.
Bleu de Meldola.
Bouillie sulfocalcique (2 p. cent) + arséniate de plomb à 20,2 p. cent As, (2 p. cent).
Ethylxanthate de zinc.
Formol (à 30 p. cent d'aldéhyde formique).
Iode.
Orangé d'acridine brillant E.A.
Produits organomercuriques.
Rhodamine concentrée (dérivé du groupe des phtaléines).
Tétrasulfure de diéthylènediaminothiurame.
Tétrachloronitrobenzène.
Trichlorodinitrobenzène.
Thiourée.

Groupe II. — *Produits efficaces, mais provoquant des brûlures très graves.*

α-chlore. β-naphtolsulfonate de sodium.
Anydride sulfureux.
Acide acétique.
Ammoniac.
Auramine O.O.
Bisulfite de sodium.
Chlore.
Chlorhydrate de dithioaniline.
2-chloro-4-nitrophénol.
Crésylol et crésylol sodique.
Dichloréthyléther.
Fluorure de sodium neutre.
Hydrosulfite de sodium.
Hyposulfite de cuivre.
Isopropylxanthate de sodium
Métabisulfite de soude.
Orthophénylphénol.
Oxalate de cuivre.
Parasulfocyanoaniline.
Toluène.
Xylène.
Xylyldithiocarbamate de cadmium.

Groupe III. — *Produits d'efficacité faible.*

Acétate de plomb.
Acide chromique.
Acide salicylique.
Arséniate de plomb.

Bichromate de potassium.
Bleu de méthylène.
Bouillie bordelaise.
Bouillie sulfocalcique.
Bromonaphtol.
Brun de phénylène.

Disulfure de dimorpholinethiurame.

Ethylène diamino-dithiocarbamate de cuivre.
Ethylène diamino-dithiocarbamate de zinc.

Hyposulfite de benzidine.
Hyposulfite d'orangé d'acridine.

Phényldithiocarbamate de cadmium.

Polysulfures alcalins (foie de soufre).

Safranine A.B.
Sulfanilate de cuivre.
Sulfate de cuivre.
Sulfate neutre d'orthooxyquinoléine.

Tétrachloroquinone.
Thymol.
Trioxyméthylène.

Vert malachite.
Violet cristallisé.

Groupe IV. — *Produits d'efficacité nulle.*

Alun de potasse.
α-naphtolméthylolchloracétamide.
α-naphtolméthyloltrichloracétamide.
α-naphtylthiourée.
Acide trichloracétique (essai à 2 p. cent).
Acide benzylphénoxyacétique.
Acide o. benzylphénoxyacétique.
Acide chlorométhylphénoxyacétique.
Acide dichlorophénoxyacétique.
Acide phénoxyacétique o. carboxylique.
Acide chlorhydrique.
Acide nitrique.
Acide phénique.
Acide picrique.
Acide sébacique.
Acide sulfurique.
Anhydride arsénieux.
Anhydride maléique.
Anhydride phtalique.
Alcool éthylique.
Arséniate de chaux.

Benzène.
Brun azoïque sulfoné.

Carbonate de cuivre.
Carbonate de plomb.
Carbonate de sodium anhydre.
Chaux.
Chloramine T.
Chloralurée.
Chlorate de soude.
Chlorobenzèneméthylolchloracétamide.
2-Chloro 6-nitrophénol.
Chlorométhylphénoxyacétate de méthyle.
Chlorométhylphénoxyacétate de sodium.
Chlorure mercureux (calomel).

Déhydrothiotoluidine.
Dichloralurée.
Dichlorophénoxyacétate de méthyle.
Dichlorophénoxyacétate de sodium.
Diméthyldithiocarbamate de cadmium.
Dinitro, 2, 6-sulfocyano 1-4 chloro-benzène.
Diphényldiméthylthiurametétrasulfure.
Diphénylthiurametétrasulfure.
Disulfoxyde du dithiane.
Disulfure de naphtol.
Disulfure de tétraméthylthiurame.

Ethylène diaminodithiocarbamate de cadmium.

Hyperphosphates.
Hypochlorite de calcium.

Hyposulfite d'auramine.
Hyposulfite de brun de phénylène.
Hyposulfite de chrysoïdine.
Hyposulfite de fuchsine.
Hyposulfite phosphine.
Hyposulfite de safranine.
Hyposulfite de soude.
Hexachlorobenzène.

Jaune direct Lumière 4 J.

Mercaptobenzothiazol.
Métabisulfite de potasse.
Méthyldithiocarbamate de cadmium.
Méthyldithiocarbamate de cuivre.
Méthylolchloracétamide.
Méthylène bis-chloracétamide.
Méthyloltrichloracétamide.
Monosulfure de naphtol.
Monosulfure de sodium.

2-Naphtol, 6-Sulfonate de baryum.
2-Naphtol, 6-Sulfonate de sodium.
Nicotine.
Nitrate d'argent.
Nitrotétrachlorobenzène.
Nitropentachlorobenzène.

Orangé ortho.
Orangé méta.
Orangé vulcafixe R.
Orthodinitrocrésol.
Oxalate d'ammonium.
Oxychloronaphtoquinone.
Oxychlorure de cuivre.

Paraminobenzène sulfamide.
Paraoxybenzoate de méthyle.
Patuline.
Pentachlorobenzène.
Pentachlornitrobenzène.
Permanganate de potassium.
Phénylacétate de méthyle.
Phényl β-naphtylamine.
Phényldithiocarbamate de cuivre.
Phényldithiocarbamate de zinc.
Potasse caustique.

Safranine.
Sel d'ammonium quaternaire.
Silice.
Soude caustique.
Soufre.
Sous-acétate de plomb.
Sulfate de fer.
Sulfate de zinc.

Groupe IV. — *Produits d'efficacité nulle (suite).*

Sulfite de magnésium.
Sulfite de sodium anhydre.
Sulfonitrophénylester.
Sulfure de carbone.
Sulfure de calcium.
Tannin.
Tétrachlorobenzène.
Tétraméthylènedisulfone.
Tétraméthylthiurametétrasulfure.
Thiocarbanilide.
Thiocyanate α-méthylnaphtalène.
Trithioallophanate de cadmium.
Trithioallophanate de cuivre.
Trithioallophanate de zinc.
Tricrésylphosphate.
Vert acide.

b) *Essais de traitement de lots de tubercules ; conditions d'efficacité pratique.* — Les composés les plus actifs, et apparemment sans danger pour le tubercule, ont été essayés sur des lots de pommes de terre de 10 à 15 kg.

Ces essais ont été conduits dans des conditions plus voisines des conditions de la pratique : on s'est encore proposé de traiter des tubercules blessés qui viennent d'être contaminés.

Les tubercules ont été meurtris systématiquement, puis contaminés au moyen d'une poudre obtenue en broyant des tubercules envahis par le *F. caeruleum* et séchés.

Les produits ont été employés en poudrage à 400 g pour 100 kg, ou en solution, par trempage. On a comparé à des lots témoins poudrés au talc ou trempés dans l'eau.

Deux séries d'essais ont donné les résultats suivants :

Tableau VIII.

I. — *Essais de janvier et février* 1947.

Série 20 janvier.

Produits	Pourcentage de tubercules atteints	Observations
Témoin sans talc	57,2	
Témoin poudré au talc	41,4	
Témoin trempé dans l'eau	15,3	
Trichlorodinitrobenzène, poudre à 20 p. cent	0,2	
— — 10 p. cent	1,2	
Thiourée, poudre à 20 p. cent	72,2	Germination ralentie.
— — 10 p. cent	59,0	—
Bouillie sulfocalcique, 5 p. cent, trempage	10,2	
Crésyl à 5 p. cent, trempage	7,7	Rares germinations.

Série 8 février.

Produits	Pourcentage de tubercules atteints	Observations
Témoin sans talc	69,4	
Témoin poudré au talc	60,0	
Thymol, poudre à 10 p. cent	18,7	Rares germinations.
Xylyldithiocarbamate de cadmium, poudre à 10 p. cent	82,5	Pas de germination.
Diéthylènediaminothiurametétrasulfure, poudre à 10 p. cent	42,8	Pas de germination.
Ethylxanthate de zinc, poudre à 20 p. cent	0	Germination ralentie.
— — 10 p. cent	3,6	—

TABLEAU IX.

II. — *Essai de mars-avril* 1948.

Produits	Pourcentage de tubercules atteints	Observations
Témoin sans talc	82,5	
Témoin poudré au talc	72,3	
Témoin trempé dans l'eau	27,3	
Trichlorodinitrobenzène, poudre à 10 p. cent	1,8	Germination normale.
Thymol, poudre à 5 p. cent	11,5	Pas de germination.
Rhodamine, poudre à 5 p. cent	51,7	Germination affaiblie.
— — 2,5 p. cent	52,4	—
Orthophénylphénol, poudre à 5 p. cent	23,5	
— — 2,5 p. cent	53,8	
Bleu de Meldola, poudre à 15 p. cent	37,7	
Bouillie sulfocalcique, à 5 p. cent, 4 min	24,0	
Crésyl, à 5 p. cent, 4 min	23,6	Pas de germination.

Quelques observations complémentaires :

1° L'immersion dans l'eau, de tubercules qui viennent d'être contaminés, élimine la plus grande partie du matériel infectieux ; les taux d'infection deviennent très faibles, l'appréciation des traitements liquides est, de ce fait, rendue difficile.

2° Le seul poudrage au talc réduit l'infection de 10 à 15 p. cent.

3° Des composés qui avaient montré une bonne efficacité en essais de laboratoire ont, au contraire, favorisé le développement de la Fusariose : thiourée, xylyldithiocarbamate de cadmium. Ce fait que l'on observe encore avec le naphtylacétate de méthyle et le trioxyméthylène paraît lié à une entrave au développement des germes.

4° Le thymol a touché très gravement la germination.

5° Le trichlorodinitrobenzène a montré, à nouveau, une bonne efficacité ; son action sur la germination a paru négligeable.

6° L'éthylxanthate de zinc serait actif mais à une dose qui retarde sensiblement la germination ; de plus, son odeur en interdirait l'emploi.

2° **Efficacité des traitements et conditions particulières de l'infection.** — Si l'on admet, ce qui paraît vrai dans la majorité des cas, que l'infection s'installe toujours au niveau des blessures de la peau, il vient à l'esprit qu'un traitement devrait détruire les spores présentes à la surface du tubercule et protéger les lésions ; sur les blessures, le fongicide devrait intervenir au moment où la spore tombe sur la plaie ou peu de temps après, avant que le mycélium n'ait pénétré profondément ; les contaminations en profondeur (piqûres par les fourches) ne pourraient être atteintes par un fongicide.

Réalisés dans les conditions un peu théoriques du laboratoire, des essais de poudrages différés par rapport à la contamination montrent que les délais au delà desquels les traitements deviennent inopérants sont assez courts et varient avec les fongicides, d'une part, et la température, d'autre part, celle-ci pouvant hâter la progression du mycélium dans les tissus mais aussi augmenter l'activité d'un fongicide.

Des expériences ont été faites à 12° et 20° et concernent cinq produits : dérivé organomercurique, trichlorodinitrobenzène à 20 p. cent, thiourée à 20 p. cent, thymol à 5 p. cent, rhodamine à 5 p. cent. Des

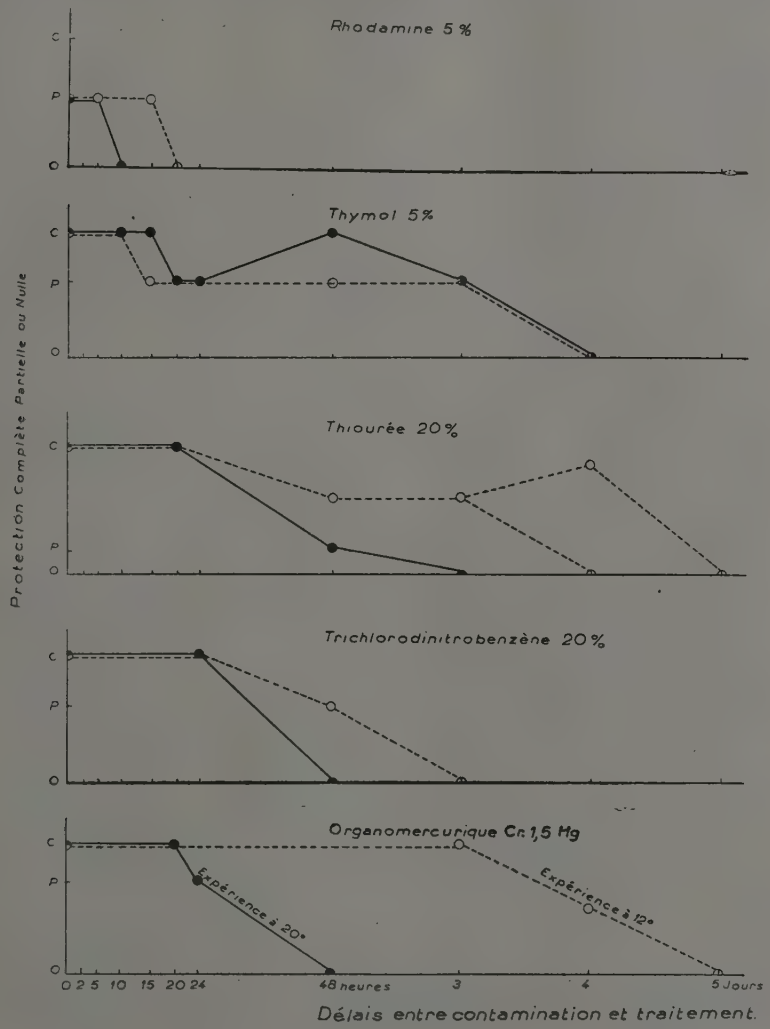


Fig. 27. — Efficacité des fongicides en fonction des délais d'application.

tubercules coupés, contaminés sur la section, ont été poudrés abondamment, un temps plus ou moins long après le dépôt des spores, à une dose qui aurait empêché leur germination. On a donné une représentation graphique aux résultats (*fig.* 27).

Les délais au delà desquels le traitement devient inopérant s'établissent ainsi :

	Expérience à 12°	Expérience à 20°
Dérivé organomercurique	72 h	24 h
Trichlorodinitrobenzène	24-48 h	24 h
Thiourée	24-48 h	24 h
Thymol	10-12 h	15 h
Rhodamine	5 h	15 h

Les délais sont donc relativement courts et pour être utile un traitement devrait être fait au moment même où les tubercules sont blessés.

On peut constater, en outre, que l'activité du thymol et du trichlorodinitrobenzène, corps volatils, dépend de la température et que la thiourée a donné une protection indécise ; son action paraît surtout fongistatique. La rhodamine est un fongicide très faible.

Conclusion. — Dans l'état actuel des recherches, aucun traitement chimique ne peut être conseillé, sans réserves, pour prévenir ou guérir les attaques de Fusariose. Les essais systématiques portant sur un grand nombre de composés minéraux ou organiques n'ont pu en révéler que quelques-uns qui soient doués d'une action fongicide sur la spore de *Fusarium caeruleum* : crésylols (ortho, méta et para), formol, trioxyméthylène, anhydride sulfureux, dérivés organomercuriques, arséniate de plomb, thiourée, trichlorodinitrobenzène, éthylxanthate de zinc, nitrate d'argent, tétrachloroquinone, orthophénylphénol, rhodamine, bleu de Meldola, brun de phénylène, orangé d'acridine, violet cristallisé, sulfamides, iode. Tous, avec des degrés divers, se sont montrés dangereux pour les tubercules. Il en a été de même du thymol, peu actif, mais cependant indiqué en Angleterre, par Foister (E.C.), Wilson (A.R.) et Boyd (A.E.W.) (1945).

Des dérivés chlorés et nitrés du benzène dont l'emploi a été pressenti par Tompkins (R.G.) (cité par Foister E.C., 1945), le trichlorodinitrobenzène serait le plus intéressant ; cependant il n'a pas donné entière satisfaction.

Les corps les plus maniables ont été retenus pour désinfecter les locaux, et les efforts tendent maintenant à éteindre les foyers de contamination par des moyens de désinfection. Le travail a pu être réalisé en employant le crésyl commercial (8-10 p. cent), le formol du commerce (5 p. cent) en lessivage des surfaces contaminées à raison de un demi-litre de liquide par mètre carré, ou les fumigations à l'anhydride sulfureux (combustion de 150 g de soufre par mètre cube) action de 24 h. (1).

(1) Produits courants d'efficacité nulle ou insuffisante : chaux, soufre, sulfites et bisulfites, sulfate de cuivre (à moins de 8-10 p. cent), lessives alcalines, chlorate de soude, carbonate de soude, acide phénique, pentachlorophénol et dérivés, acide sulfurique, sulfate de fer, sulfate de zinc, permanganate de potassium, huile d'anthracène, nicotine, arséniate de chaux, hexachlorobenzène, hexachlorocyclohexane, 2-4-D, orthodinitrocrésol, α-naphtylthiourée, sulfure de carbone, acide salicylique.

La désinfection des sacs récupérés a été obtenue par des procédés divers (autoclave ou anhydride sulfureux).

VIII. — CONCLUSIONS

L'étude du *Fusarium caeruleum* et des conditions de son parasitisme sur les tubercules de la variété « Bintje » a permis d'entrevoir et de proposer des moyens efficaces capables d'entraver son extension et de limiter ses dégâts. Ce sont pour la plupart des mesures indirectes qui visent à renforcer la résistance du tubercule à l'action d'un parasite facultatif ; elles concernent surtout les conditions de culture et de conservation de la Pomme de terre.

Il y aurait lieu, dans la mesure du possible :

— d'obtenir des tubercules à peau épaisse les protégeant contre les chocs trop violents : la récolte un peu tardive serait souhaitable.

— d'éviter les blessures : l'observation et l'expérience ont montré que les lots les moins manipulés étaient aussi les moins atteints par la Fusariose ; cela pose le problème de l'amélioration des conditions du travail mécanique et du transport des tubercules ;

— de conserver dans de bonnes conditions : la conservation, dans ses rapports avec la Fusariose, doit tendre :

1° à diminuer les chances de contamination ;

2° à entraver le développement du *Fusarium*.

Il est bien établi, maintenant, que les principaux foyers de contamination sont représentés par les locaux de conservation et le matériel où le *Fusarium caeruleum* peut persister longtemps en l'absence de la pommes de terre. Des moyens de désinfection ont été mis au point. L'emploi du crésyl à 7-10 p. cent, du formol à 5 p. cent ou de l'anhydride sulfureux à haute dose a donné des résultats, en général, satisfaisants. Il est sage de persévérer dans cette voie.

La conservation dans un local aéré, à température assez basse, peut encore gêner le développement de la Fusariose. A cet égard, la conservation en clayettes réunit les meilleures conditions.

On entrevoit actuellement une influence du sol sur la sensibilité du tubercule.

Il n'a pu être indiqué de traitements chimiques capables de prévenir les attaques de Fusariose et qui soient sans danger pour le tubercule. Le trichlorodinitrobenzène, le plus actif de la série étudiée, présente encore des inconvénients.

Il existe enfin des différences dans la sensibilité des variétés de pommes de terre, mais celles, rares, qui sont douées d'une certaine résistance (« Saucisse », « Rosa », « Primula ») ne sont aucunement susceptibles de remplacer la variété « Bintje ».

A une maladie qui s'est répandue à la faveur d'un concours de circonstances favorables (variété sensible, tubercules à peau mince, blessures, conditions défectueuses de conservation et de transport, contamination des locaux, hivers doux, plantations en terrain sec), on a dû opposer un ensemble de mesures dont les plus importantes concernent la désinfection des magasins de conservation et les améliorations apportées dans le travail mécanique de la pomme de terre ; leur généralisation par les soins de la Fédération Nationale des Producteurs de Plants de pommes de terre a donné des résultats encourageants.

Il nous est agréable de souligner le concours dévoué que nous avons toujours trouvé auprès de la Fédération nationale des Producteurs de Plants de pommes de terre ; nous remercions très vivement MM. Coat et Berthélémé, Directeurs de Syndicats, F. Quéméré, Contrôleur régional, pour l'aide précieuse qu'ils nous ont apportée dans la réalisation de ce travail.

Reçu le 10 *décembre* 1949.

BIBLIOGRAPHIE

Pethybridge (G.H.). — Dry Rot of Potato tuber. *The Economic Proceed. Roy. Soc. Dublin*, vol. I, p. 547-558, 1 pl., 1908.

Appel (O.), Wollenweber (H.W.). — Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium (Link.). *Arbeiten aus der K. Biologischen Anstalt f. Land u. Forstwirtschaft*, VIII Bd, 4 Heft, p. 1-207, 10 fig., III pl., 1912.

Carpenter (C.W.). — Some Potato tuber-rots caused by Species of Fusarium. *Jour. of Agr. Res.*, vol. V, n° 5, p. 183-209, 8 pl., 1915.

Haskell (R.J.). — Potato wilt and tuber-rot caused by Fusarium eumartii. *Phytopath.*, 6, p. 321-327, 1916.

Pethybridge (G.H.), Lafferty (H.A.). — Further observations on the cause of the common dry rot of the Potato tuber in the British Isles. *Sci. Proc. R. Dublin Soc.*, 15, N.S. 21-193, 1917.

Artchwager (Ernst). — Studies on the Potato tuber. *Jour. of Agr. Res.*, vol. XXVII, n° 11, p. 809-835, fig., pl., 1924.

Artchwager (Ernst). — Wound periderm formation in the Potato as affected by temperature and humidity. *Jour. Agr. Res.*, 35, 995-1000, 1927.

Molliard (M.). — Nutrition de la plante. 3 volumes, Douin et Cie Editeurs, Paris, 1927.

Schmidt (Eberhard). — Schädigungen der Kartoffel durch Pilz der Gattung Fusarium (Link). *Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirts. Berlin-Dahlem*, vol. 15, n° 5, p. 537-592, 1928.

Weiss (F.), Lauritzen (J.I.), Brierley (P.). — Factors in the inception and development of Fusarium rot in stored Potatoes. *U.S. Dept. of Agric. Techn. Bull.*, 62, 35 p., 6 pl., 4 graph., 1928. *R.A.M.*, VII, p. 739, 1928.

Link (G.K.K.), Ramsey (G.B.). — Market diseases of fruits and vegetables. *Potatoes. U.S. Dept. Agr. Miscellaneous Publ.*, n° 98, 1-63, 1932.

Fehmi (S.). — Beiträge zur Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen Kulturpflanzen, ihren Parasiten und der Umwelt. 5. Mitteilung Untersuchungen über den Einfluss der Ernährung auf die Änderungen des enzymatischen Stoffwechselverlaufes während der Lagerung. *Phytopath. Zeitsch.*, vol. 6, p. 543-588, 14 fig., 1933.

Wollenweber (H.W.), Reinking (O.A.). — Die Fusarien. 1 vol., 355 p., Berlin, 1935.

Lutz (M.L.). — Sur la dégénérescence gommeuse des tubercules de Pomme de terre. *C.R. Ac. Agr., France*, XXVI, n° 19, p. 664-668, 18 sept. 1940.

FOISTER (C.E.). — Dry rot diseases of Potatoes. *Scot. J. Agr.*, XXIII, 1, 7 p., 5 fig., 1940. *R.A.M.*, vol. XIX, 10, p. 614, octobre 1940.

COMBES (Raoul). — La vie de la cellule végétale. 3 vol., 1941, Librairie Armand Colin, Paris.

FOISTER (C.E.), WILSON (A.R.). — Dry rot in seed Potatoes. A summary of some recent experiments. *I. Minist. Agr.*, 1, 7, p. 300-303, 1943. *R.A.M.*, vol. XXIII, 1, p. 38-39, janvier 1944.

MC INTOSH (I.P.). — Potato troubles. *Gdnrs' chron., Ser.* 3, CXVI, 3010, p. 87-88, 1944. *R.A.M.*, XXIII, 11, p. 453, 1944.

SMALL (T.). — The soil as a source of infection of dry rot of Potato. *Nature, Lond.*, CLIII, 3884, p. 436-437, 1944. *R.A.M.*, XXIII, 7, p. 242, 1944.

NIELSEN (L.W.), TODD (F.A.). — The influence of Temperature on the susceptibilite of Potatoes to Bacterial Soft rot. *Phytopathology* 34, p. 1009-1040 (note), 1944.

COLIN (Henri). — La Chimie des plantes. 1 vol., 309 p., 31 fig., 1945. Flammarion, Paris.

SMALL (T.). — Dry rot of Potato (*Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc.). Investigation on the sources and time of infection. *Ann. Appl. Biol.*, XXXI, 4, p. 290-295, 1944 (1945). *R.A.M.*, XXIV, 5, p. 201, 1945.

FOISTER (C.E.), WILSON (A.R.), BOYD (A.E.W.). — Control of dry rot by dusting. *Nature*. vol. 156, p. 394, sept. 1945.

MOORE (JOAN F.). — A comparison of Fusarium avenaceum and Fusarium caeruleum as cause of wastage in stored potato tubers. *The Ann. of Appl. Biology*, vol. 32, nº 4, p. 304-309. nov. 1945.

SMALL (T.). — The effect of disinfecting and bruising seed Potatoes on the incidence of dry rot Fusarium caeruleum (Lib.) sacc. *The Ann. of Appl. Biology*, vol. 32, nº 4, p. 310-318, nov. 1945.

FOISTER (C.E.), WILSON (A.R.) et BOYD (A.E.W.). — Potato dry rot and gangrene as soil-borne diseases. *Nature*, Lond., CLV, 3948, p. 793-794, 1945. *R.A.M.*, XXIV, 9, p. 384, 1945.

SMALL (T.). — Further studies on the effect of disinfecting and bruising seed Potatoes on the incidence of dry rot (Fusarium caeruleum (Lib.) Sacc.). *Ann. Appl. Biol.*, XXXIII, 2, p. 211-219, 1946.

SMALL (T.). — Dry rot of Potato (*Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc.). Effect of planting infected and contamined sets on plant establishment. *Ann. Appl. Biology*, XXXIII, 2, p. 219-221, 1946. *R.A.M.*, vol. XXVI, p. 27, 1947.

TROCME (S.) et BARBIER (G.). — Action du Rhizopon C, produit hormonal, sur le métabolisme des sucres dans les Pommes de tèrre en germination. — Recherches sur la fertilisation effectuées en 1947 par les Stations Agronomiques. *Annales Agronomiques*, Livraison du nº 3 de 1948, p. 32.

LANSADE (M.). — Les maladies et altérations du tubercule de Pomme de terre. *Journal : La Pomme de terre Française*, nº 60, juin 1944.

LANSADE (M.). — La Fusariose du tubercule de Pomme de terre. *Journal : La Pomme de terre Française*, nº 84, août 1946.

LANSADE (M.). — La désinfection des locaux et du matériel dans la lutte contre la Fusariose de la Pomme de terre. *Journal : La Pomme de terre Française*, nº 107, XIe année, p. 13-14, juillet 1948.

LANSADE (M.). — Recherches sur la Fusariose de la Pomme de terre, *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, séance du 23 février 1949, et *Journal : La Pomme de terre Française*, nº 116, p. 7-12, 2 fig., avril 1949.

LANSADE (M.). — Recherches sur la Fusariose ou pourriture sèche de la Pomme de terre. *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc. *Bulletin Technique d'Information des Ingénieurs des Services Agricoles*. nº 41, p. 419-432, 11 fig., juin-juillet 1949.

REVUE DE PHYTOPHARMACIE

X^e SÉRIE (1)

PAR

M. RAUCOURT,

Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie de Versailles.

SOMMAIRE.

I. — Techniques pour les essais antiparasitaires.

II. — Les fongicides minéraux.

III. — Les huiles insecticides.

IV. — Un insecticide peu connu en France, l'émétique.

V. — Les substances de croissance en phytopharmacie.

I. — TECHNIQUES POUR LES ESSAIS ANTIPARASITAIRES

Les techniques d'essais, en phytopharmacie, peuvent être classées en deux grands groupes :

1. Les tests toxicologiques, souvent appelés essais de laboratoire, bien qu'ils soient parfois effectués en serre, ou même en plein air ;

2. Les essais de plein champ, où l'expérimentateur cherche à se rapprocher des conditions agricoles.

Les tests toxicologiques peuvent porter sur des substances chimiquement définies ou sur des échantillons d'essai préparés par l'industrie. Au contraire, les essais de plein champ s'adressent le plus souvent à des spécialités commerciales.

L'analyse mathématique est maintenant indispensable pour interpréter de nombreux résultats. Nous lui consacrerons un paragraphe de ce chapitre.

1. Tests toxicologiques.

Produits fongicides. — L'action fongicide, dans son ensemble, dépend de plusieurs facteurs, la toxicité envers les cryptogames n'étant que l'un d'eux. Si certains de ces facteurs, stabilité chimique, téna-

(1) Les séries précédentes ont paru dans les *Annales Agronomiques* en 1931, p. 366 ; 1933, p. 232 ; 1935, p. 385 ; 1937, p. 817 ; 1940, p. 127 ; 1942, p. 451 ; 1943, p. 442 ; 1945, p. 375 et 1947, p. 728.

cité, etc., peuvent être étudiés par des méthodes physiques et chimiques, les méthodes biologiques sont nécessaires pour la mesure du pouvoir toxique (25).

Elles se divisent principalement en deux groupes : les méthodes de germination de spores, dans lesquelles on compte le pourcentage de spores de champignon qui germent dans un milieu contenant une concentration déterminée de la substance toxique, — les méthodes en serre, dans lesquelles les substances sont appliquées sur des plantes vivantes contaminées artificiellement.

Toutes ces méthodes ont été grandement perfectionnées depuis une dizaine d'années : la standardisation des techniques opératoires, l'emploi de races pures de champignons, l'interprétation statistique des résultats les ont rendues précises et fidèles. Leurs résultats concordent d'une façon déjà satisfaisante avec ceux des essais de plein champ, bien que des progrès doivent encore être faits dans ce sens (22).

Méthodes de germination de spores. — Mac Callan et ses collaborateurs ont étudié tous les aspects de ces techniques dans une série de travaux publiés de 1939 à 1942. Il nous suffira d'indiquer les principaux facteurs examinés : méthodes pour l'obtention de spores standardisées, méthodes pour la pulvérisation des liquides fongicides, établissement mathématique des courbes de toxicité, études des variations dans les répétitions d'essai, influence de la température et de la durée des essais (16, 17, 18, 43). Un mode opératoire officiel a été publié plus récemment par l'American Phytopathological Society (1).

D'autres techniques dérivent de la méthode décrite en Angleterre par Montgomery et Moore en 1935. Elles consistent à juxtaposer sur une lame de microscope des dépôts de liquide contenant à la fois une suspension de spores, le milieu nutritif et l'agent toxique. Une seule lame suffit pour l'essai de 10 traitements (35).

Méthodes en serre. — C'est également le laboratoire de Mac Callan qui les a portées au plus haut degré de précision, au cours de travaux réalisés de 1942 à 1945. Les plantes les plus utilisées sont la Tomate et le Muflier. Les grandes lignes de la technique sont les suivantes :

On prépare des plantes en pot ayant une dimension et un nombre de feuilles déterminés ; la surface des feuilles est connue. Chaque pot, placé sur une table tournante, reçoit une pulvérisation du liquide fongicide au moyen d'un pistolet à l'air comprimé. Tous les éléments du traitement sont précisés : pression de l'air, durée de la pulvérisation, caractéristiques du jet. Connaissant la surface foliaire de chaque plante, on peut déterminer la quantité de liquide déposée par unité de surface des feuilles.

Chaque traitement est appliqué sur un petit nombre de plantes, 1 à 3. Après séchage du liquide fongicide, les plantes sont replacées sur la table tournante et inoculées par pulvérisation d'une suspension connue de spores. On connaît le nombre de spores dispersées par cm^2.

Les maladies apparaissent sous forme de taches sur les feuilles.

Leur numération permet de connaître le résultat du traitement (19, 20, 21).

Une méthode analogue a été mise au point par G. Morel sur le Mildiou de la Vigne (*Plasmopara viticola*) à une époque où les travaux de Mac Callan n'étaient pas encore connus en France (28). Elle a été appliquée par Fourmont au Mildiou de la Pomme de terre (*Phytophthora infestans*) (9).

Techniques particulières. — Muskett et ses collaborateurs ont décrit des méthodes pour l'essai des fongicides destinés au traitement des semences (29, 30).

Produits insecticides. — Hubert Martin a donné récemment une théorie très pertinente de l'action des insecticides. Il rappelle qu'une substance chimique doit, pour jouer le rôle d'insecticide, troubler quelque processus vital de l'insecte (pouvoir toxique) et pénétrer jusqu'au point où ce processus fonctionne (« distribution » du poison).

La « Dose léthale médiane » que les essais toxicologiques cherchent à établir, correspond à la quantité de produit appliquée extérieurement à l'insecte, et non à celle qui atteint les centres vitaux ; elle dépend donc des deux facteurs indiqués.

La « distribution » du poison est sous la dépendance de plusieurs facteurs physiques, tels que : le coefficient de partage, l'action de surface, la tension de vapeur. Les relations qui existent entre ces facteurs et l'action insecticide expriment le rapport entre la concentration du poison au niveau des tissus vivants sensibles et sa concentration à l'extérieur de l'insecte. H. Martin démontre que les facteurs physiques peuvent être éliminés, si on remplace la concentration externe de l'insecticide par son activité thermodynamique à cette concentration (26).

Méthodes de trempage. — Quelle que soit la technique d'essai utilisée, un problème fondamental se présente toujours aux expérimentateurs, c'est la répartition aussi régulière que possible du poison : répartition sur le corps des insectes dans le cas des toxiques de contact, sur leurs aliments dans le cas des poisons d'ingestion. Le moyen qui paraît le plus simple pour disperser uniformément un liquide insecticide sur un certain nombre d'insectes est de les tremper dedans pendant un temps déterminé.

Le procédé a d'abord été utilisé pour l'étude des actions ovicides. G.F. Dierick a employé, dans son travail sur les insecticides de traitement d'hiver, une technique qui consiste à agiter les œufs pendant 30 s dans le liquide considéré, puis à les essorer sur papier filtre au moyen du vide et enfin à les maintenir en observation en boîte de Petri (4).

Les méthodes de trempage ont été ensuite appliquées aux insectes eux-mêmes. En France, le Laboratoire de phytopharmacie de Versailles

utilise une méthode inédite de G. Viel, dans laquelle des Charançons du Blé (*Calandra granaria*), sont traités par trempage. Cette technique donne des résultats précis, chaque fois que l'on a affaire à un insecticide de contact auquel le Charançon est sensible (H.C.H., D.D.T., pyrèthre, etc...).

Le problème du trempage n'est pas si simple qu'on pourrait le croire, lorsqu'il s'agit de liquides hétérogènes, comme c'est souvent le cas pour les insecticides : les particules solides en suspension peuvent se déposer, les globules d'huile monter à la surface ; les matières actives peuvent être adsorbées par le corps des insectes, qui sont ainsi soumis à une concentration supérieure à celle du liquide employé. A.H. Mac Intosh a cherché à remédier à ces inconvénients en mettant au point un appareil qui standardise et facilite les opérations de trempage (23).

Méthodes par poudrage ou pulvérisation. — On utilise souvent une enceinte fermée, dans laquelle on disperse l'insecticide par poudrage ou par pulvérisation, en s'arrangeant pour que chaque unité de surface des insectes ou de leurs aliments reçoive la même quantité de substance toxique.

H. Bégué utilise une cloche à vide dans laquelle il disperse 50 ou 100 mg de poudre à chaque expérience (3).

Pour les insecticides liquides, des tours à pulvériser ont été établies par Hewlett (11) et par Webb (42). Ce dernier auteur a étudié minutieusement le comportement des particules de brouillard qui se sédimentent dans la tour.

Plusieurs techniques ont été décrites en Angleterre pour l'essai des insecticides de contact à base d'extrait de pyrèthre sur différents insectes, en particulier le Charançon du Blé (*Calandra granaria*). La première en date de ces techniques semble avoir été celle que Potter, du Laboratoire de Tattersfield, a publié en 1938. Différents modes opératoires ont été décrits en 1941, 1942 (37), 1943 (34, 40), 1947 (12). Ces méthodes utilisent un étalon constitué par un extrait de pyrèthre dissous dans une huile lourde de pétrole (27, 32, 33).

Hewlet a entrepris l'étude des facteurs physiques en rapport avec l'efficacité des pulvérisations pyréthrinées appliquées contre les insectes des grains. Il a montré en 1948, par une étude mathématique, qu'une quantité donnée de pyréthrines est plus active en solution concentrée qu'en solution diluée (13).

Pour terminer cette énumération des méthodes consacrées aux extraits de pyrèthre, nous signalerons une technique de Lowenstein, qui est plutôt une méthode de dosage biologique qu'un essai phytopharmaceutique. Elle consiste à faire agir l'extrait à étudier sur le faisceau nerveux abdominal de la Blatte *Blatta orientalis* ; on mesure au moyen d'un oscillographe la résistance des nerfs et on en déduit la teneur en pyréthrines. La méthode donne une grande précision pour les concentrations comprises entre 0,07 et 0,23 p. cent de pyréthrines totales (15).

Techniques diverses. — Deux méthodes d'essai ne peuvent être classées dans les catégories précédentes : celles de GOUGH est destinée à l'essai des insecticides des sols. C'est une question qui offre de grandes difficultés. GOUGH utilise des vases cylindriques en fer galvanisé, fermés à la partie inférieure par une toile métallique qui retient la terre en laissant passer les insectes (larves de Taupins du genre *Agriotes*). Les vases sont remplis de terre et empilés les uns sur les autres, de manière à former une colonne de terre continue. On place les Taupins et l'insecticide dans le vase du haut. Au bout de 6 jours, on note les mortalités. La position des larves survivantes dans l'un ou l'autre des pots donne une idée de l'action répulsive du produit ; les insectes sont placés alors dans une terre saine avec des aliments et on observe leur évolution pendant un mois (10).

Une autre technique originale est celle que FLEMING utilise pour l'essai des actions insecticides (ou plutôt insectifuges), sur le Hanneton japonais *Popillia japonica*. Il lâche dans une grande salle 3 000 Popillia, avec de nombreux pieds d'une plante très appréciée de l'insecte (*Polygonum pennsylvanicum*). Certains pieds servent de témoins ; certains sont traités par un arséniate de plomb pris comme étalon ; les autres sont traités avec les substances à essayer. Tous les 2 jours, on note les stationnements des insectes sur les différentes plantes. A remarquer que l'arséniate de plomb agit comme un répulsif sur le *Popillia* (8).

2. Essais de plein champ.

Les techniques décrites sont beaucoup moins nombreuses que pour les tests de laboratoire. Nous en citerons trois, dont deux sont plutôt des perfectionnements de détail apportés à des méthodes bien connues.

Pour l'essai des produits contre la Tavelure [1], la seule originalité de la méthode décrite par STODDARD et HEUBERGER consiste à utiliser de jeunes Pommiers en plantation serrée (1 000 à l'ha) ; l'inoculation est assurée par l'épandage de vieilles feuilles tavelées, uniformément réparties. Les traitements se font avec des appareils à main (39). Les auteurs ont observé une bonne concordance entre la Tavelure sur feuilles et la Tavelure sur fruits.

En vue des essais au verger contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella*), RICHARDSON propose d'observer les fruits dans une zone déterminée de la partie basse des arbres, avant la cueillette. On peut ainsi avoir des renseignements sur l'importance de l'infestation (36).

Plus importante est la publication de NEWELL sur les méthodes d'essai biologique concernant les Tétranyques. Les populations sont déterminées avant, puis après traitement, au moyen de prélèvements de feuilles (100 ou 200 par prélèvement). On détache les Acariens et leurs œufs des feuilles en plongeant celles-ci dans une solution d'oléate

[1] Tavelure du Pommier, *Venturia inaequalis*.

de monoéthanolamine. On compte les Tétranyques sur une partie aliquote, rigoureusement prélevée, du liquide de lavage.

Pour déterminer les mortalités en plein champ, on compte d'abord les œufs et les Tétranyques avant le traitement ; une seconde numération a lieu au bout d'un temps égal à la période d'incubation des œufs, celle-ci variant, suivant les températures, de 20 à 115 jours. Des équations sont données pour calculer le pourcentage de réduction apporté par le traitement aux principaux stades des Acariens. Ce travail se rapporte à une Araignée rouge des Etats-Unis, *Tetranychus pacificus* (31).

3. Utilisation des mathématiques.

L'application la plus importante des mathématiques aux essais d'efficacité est l'établissement de rapports numériques entre les quantités de poison appliquées ou « doses » et les résultats obtenus ou « réponses ». Ces rapports sont valables aussi bien dans les essais fongicides que dans les essais insecticides, et les « réponses » peuvent être de différents ordres : mortalité d'insectes, mortalité de spores, intensité de maladie, etc. La mise au point de ces méthodes est due à Gaddum (1933), puis à Bliss (1935). Leur principe réside dans la remarque qu'une relation linéaire existe en principe entre le logarithme de la « dose » et une valeur dépendant de la « réponse » ; cette valeur, appelée « probit », est fournie par les tables de calcul des probabilités.

H. Martin qui a exposé les principes de cette analyse mathématique (24), indique que, dans le cas le plus usuel où il s'agit de confronter la concentration d'un poison avec les mortalités qu'il provoque, le log. concentration est proportionnel au probit de toxicité et la droite qui caractérise leur rapport est définie par deux paramètres : l'un, le « coefficient de régression », donne la pente de la ligne, l'autre, la « dose léthale médiane » (D.L.M.) précise la position de la droite par rapport à l'origine. Lorsque deux toxiques ont des coefficients de régression identiques, leurs matières actives agissent de façon semblable : c'est le cas, par exemple, de la plupart des sels cuivriques (chlorure, sulfate, phosphate) qui agissent par émission d'ions Cu^{++}.

On peut montrer d'autre part que la D.L.M., qui donne 50 p. cent de mortalité, ou la D.L. 95, correspondant à 95 p. cent de mortalité, sont déterminées largement par des facteurs physiques tels que les dimensions des particules. On peut dire que le coefficient de régression fournit une mesure de la toxicité intrinsèque de la substance chimique et la D.L.M. une mesure de la facilité avec laquelle la substance chimique arrive au contact des organismes à détruire (24).

Il arrive que la courbe représentant le rapport entre les log. des concentrations et les probits de toxicité ne soit pas une droite, mais soit formée de 2 ou 3 segments de droite, ou encore passe par un maximum. Ces anomalies s'expliquent lorsque le produit expérimenté com-

porte un mélange de 2 ou plusieurs poisons. Lorsqu'on n'est parti que d'un seul corps actif, on admet qu'il se dissocie dans l'eau en donnant naissance à plusieurs dérivés de toxicités différentes. Le cas se produit pour certains sels de cuivre (5).

D.J. FINNEY a perfectionné les procédés de calcul en étudiant particulièrement le cas des mélanges de poison. Reprenant et corrigeant sur certains points les idées de BLISS, il distingue 4 cas dans l'action des mélanges toxiques : les actions peuvent être indépendantes, similaires, synergiques ou antagonistes.

Action indépendante : Si deux poisons, employés séparément, amènent la mort pour des quantités p^1 et p^2, ils agissent indépendamment lorsque la quantité p de leur mélange qui amène la mort est telle que :

$$p = p^1 + p^2 - p^1 p^2.$$

Action similaire : Dans le cas d'actions similaires, soient y^1 et y^2 les probits de mortalité donnés par les poisons employés séparément, z^1 et z^2 les concentrations correspondantes, on a :

$$y^1 = a^1 + b \log. z^1;$$
$$y^2 = a^2 + b \log. z^2.$$

Les droites représentatives des deux équations sont parallèles ; b est leur pente commune, a^1 et a^2 leurs distances à l'origine des axes. On peut passer de la dose active du premier poison à celle du second en la multipliant par un coefficient.

Action synergique : Elle se déduit de l'action similaire ; lorsqu'un mélange de deux poisons présente une activité supérieure, de façon significative, à celle qui résulterait d'une action similaire, on peut admettre qu'il existe un synergisme.

Action antagoniste : Elle existe lorsque le mélange présente une activité inférieure, de façon significative, à celle que donnerait l'action indépendante.

FINNEY appuie son exposé sur des exemples tirés des mélanges de la roténone avec un roténoïde : déguéline, elliptone, α toxicarol (6).

Le même auteur a étudié le cas des expériences à nombreux facteurs, lorsque les différents tests toxicologiques donnent des lignes de régression parallèles (7).

LE GOUPILS a indiqué une méthode statistique de dépouillement des expériences d'action insecticide. Se plaçant dans le cas particulier des poisons gazeux, il a établi des formules qui permettent, connaissant les mortalités données par 2 concentrations différentes, de calculer la concentration nécessaire pour obtenir une mortalité donnée (14).

Les procédés de calcul que nous indiquerons maintenant n'ont pas une portée aussi générale que les précédents : ils concernent des points particuliers des essais antiparasitaires.

Calcul de la mortalité des insectes. — On sait que, pour évaluer l'efficacité d'un insecticide d'après la mortalité des insectes, on doit tenir compte de la mortalité qui se serait produite naturellement, en l'absence de traitement. L'efficacité est donnée par la formule d'Abbot : $E = \frac{P_t - P_o}{100 - P_o} \times 100$, où P_t est le pourcentage de mortalité du lot traité, et P_o celui du témoin.

Mais il existe des cas, par exemple lorsqu'on opère sur des Pucerons, où les populations augmentent en l'absence de traitement. Une formule plus générale, englobant celle d'Abbott, a donc été établie. Le pourcentage corrigé de mortalité, dans les lots traités, est égal à :

$$\frac{P_t \pm P_{ck}}{100 \pm P_{ck}} \times 100.$$

Dans cette formule, P_t est le pourcentage de mortalité apparente, P_{ck} le pourcentage de modification de la population dans le témoin. On emploie le signe + quand cette population augmente, le signe — quand elle diminue. Dans ce dernier cas, on retombe sur la formule d'Abbott (44).

Notation des attaques sur feuillage. — Townsend et Heuberger (41) ont décrit une méthode pour l'évaluation des attaques causées par les maladies cryptogamiques au feuillage des plantes. Ils choisissent 10 plantes par parcelle, en prélèvent toutes les feuilles et les classent en 6 catégories numérotées de 0 à 5, la note 0 correspondant à l'absence de maladie et 5 à la destruction totale de la feuille. Soit n le nombre de feuilles de chaque catégorie, v son numéro, N le nombre total de feuilles de l'échantillon, le pourcentage de feuillage malade de la parcelle est donné par la formule

$$P = \frac{\text{Somme de } n \times v}{5\,N} \times 100.$$

Mesure des surfaces végétales traitées. — Dans les essais précis, il est souvent nécessaire de rapporter les quantités de poison à la surface du feuillage ou des fruits traités. Une solution à ce problème a été proposée par Baten et Marshall en ce qui concerne les fruits, Pommes, Poires et Prunes : des équations donnent leur surface approximative, en fonction de leur poids et de leur forme (2). Pour le feuillage, Stanley a effectué des mesures sur le Tabac et sur une légumineuse ; il en a déduit, dans chaque espèce, le pourcentage d'augmentation journalière et la surface maxima atteinte à l'ha. Pour les deux espèces, la surface foliaire dépasse 5 fois la surface du terrain cultivé (38).

II. — LES FONGICIDES MINÉRAUX

Malgré les nombreuses recherches faites depuis près de 10 ans sur les fongicides organiques, ce sont les produits minéraux qui gardent de beaucoup la première place dans les traitements anticryptogamiques agricoles. Parmi les publications récentes relatives à ce sujet, signalons d'abord deux travaux d'ensemble sur la toxicité des substances minérales envers les végétaux inférieurs.

Montgomery et Shaw ont effectué, sur l'action bactéricide des éléments chimiques, un travail d'ensemble analogue à celui que F. Wilcoxon et Mac Callan avaient réalisé en 1934 sur les actions fongicides. Ils ont choisi comme matériel biologique la bactérie *Pseudomonas mors-prunorum*, agent du Chancre bactérien du Prunier et du Cerisier. Les essais ont permis de classer les éléments dans l'ordre suivant de toxicité décroissante :

1. Mercure bivalent et argent ;
2. Mercure monovalent ;
3. Or, puis cuivre ;
4. Uranium, puis cobalt, fer et zirconium ;
5. Cadmium, chrome, gallium, thorium.

Parmi les sels de cuivre, les plus actifs sont le chlorate cuivrique, le chlorure cuivrique et la bouillie bordelaise (85).

Mac Callan et Wellman ont cherché à mesurer, par les techniques de laboratoire les plus précises, le pouvoir fongicide et le pouvoir fongistatique d'une quinzaine de composés chimiques solubles. Ils aboutissent au classement suivant :

Produits ayant les 2 actions à un degré élevé : nitrate d'argent, chlorure mercurique, hypochlorite de sodium, solution d'iode, sulfate de cuivre ; plus deux colorants organiques : violet cristal et vert malachite.

Produits fortement fongistatiques, mais peu fongicides : bichromate de potassium, acétate d'uranium, arséniate de sodium, sulfate d'ortho-oxyquinoléine (81).

1. Produits cupriques.

Bouillie bordelaise et autres composés cupriques. — Ce sont surtout les bouillies au sulfate de cuivre et l'oxyde cuivreux qui ont fait l'objet de recherches. Une étude physico-chimique réalisée en France montre que, lorsqu'on ajoute à une solution de sulfate de cuivre des quantités croissantes de lait de chaux, il se forme successivement un hydroxyde $Cu(OH)^2$, un sulfate basique $SO^3.10\,Cu(OH)^2$, puis le sulfate tétracuivrique bien connu $SO^3.4\,Cu(OH)^2$ (84).

Un auteur américain a retrouvé le résultat déjà signalé que la bouillie bordelaise neutre est un peu plus active que celle qui contient un excès de chaux (50). E.E. Wilson a comparé les bouillies obtenues à partir de solutions diluées et de solutions concentrées de sulfate de cuivre. Les premières ont une meilleure tenue en suspension et une plus grande ténacité : elles perdent 18 à 38 p. cent de leur cuivre après des pluies de 100 mm, contre 58 à 70 p. cent pour les secondes. Celles-ci peuvent avoir leur tenue en suspension améliorée par une agitation prolongée, mais non leur tenacité (107).

Comparant la bouillie bordelaise aux suspensions d'oxyde cuivreux et d'oxychlorure de cuivre, plusieurs auteurs suisses sont d'accord pour déclarer que la bouillie bordelaise leur est supérieure en ce qui concerne la rétention initiale et la ténacité (59, 110).

Cette infériorité physique des sels de cuivre insolubles se traduit d'ailleurs par une efficacité moindre. De plusieurs points, on signale que l'oxyde cuivreux est quelque peu inférieur à la bouillie bordelaise contre le Mildiou de la Vigne *Plasmopara viticola* (55, 60). R. Gallay indique en outre que l'oxyde cuivreux s'est montré inférieur aux oxychlorures en 1946 (61). Darpoux a noté une légère supériorité de la bouillie bordelaise sur l'oxychlorure de cuivre dans les traitements contre la Tavelure du Poirier *Venturia pirina* (51).

L'oxyde cuivreux semble avoir un emploi intéressant dans le traitement du sol contre la Fonte des semis (46, 90). Le cuivre métal est doué d'action fongicide. E.E. Large a montré qu'une bouillie contenant en suspension 250 g de cuivre métal, obtenu par réduction à l'hydrogène, est presque aussi active que la bouillie bordelaise à 1 p. cent contre le Mildiou de la Pomme de terre *Phytophthora infestans* (77).

Les sels organo-cupriques. — Il semble établi qu'aucun composé cuprique minéral ne possède une action fongicide supérieure à celle du sulfate de cuivre et des bouillies qui en dérivent. Aussi, les travaux qui tendent à rechercher une activation des propriétés antiparasitaires du cuivre doivent-ils être aiguillés vers les composés organo-cupriques. Les travaux du laboratoire de H. Martin, que nous avons exposés en 1945 [1], avaient mis en évidence l'activité particulière du sébaçate de cuivre. Ce produit a fait l'objet d'une expérimentation plus étendue. Wain et Wilkinson ont comparé, dans le cas de la Fonte des semis, le sébaçate avec l'oxyde cuivreux, dont nous venons d'indiquer l'intérêt. Bien que le sébaçate possédât des qualités physiques moins bonnes que la spécialité commerciale à base d'oxyde cuivreux, les deux traitements ont donné des résultats équivalents, à quantités égales de produit employé. Or, le sébaçate contenait 24 p. cent de Cu et l'oxyde cuivreux 89 p. cent, ce qui démontre l'activité beaucoup plus grande du cuivre sous la forme organique (98).

[1] Voir la « Revue de Phytopharmacie », *Annales Agronomiques*, 1945, p. 392.

Contre la Tavelure du Pommier *Venturia inaequalis*, le sébaçate s'est classé après la lessive sulfocalcique, mais avant les dérivés des acides thiocarbamiques (72).

Aux Etats-Unis, l'oxyquinoléinate de cuivre s'est montré très actif en essais de laboratoire ; malgré les faibles résultats qu'il a donné sur la Tavelure du Pommier, il mérite une expérimentation plus poussée (92).

Hickman et Wilkinson ont essayé une série de sels organiques de cuivre dissous dans une huile. La solution est atomisée directement sur les plantes. Si l'on évite l'emploi des huiles ayant une forte action phytocide, ce procédé est applicable pour des traitements restreints. Le 3-5-diisopropylsalicylate de cuivre paraît supérieur à la bouillie bordelaise, à quantités égales de métal (69).

Compatibilité des sels de cuivre avec des insecticides. — Deux études envisagent cette question. Fahey a reconnu que la bouillie bordelaise et en général les bouillies cupriques à réaction alcaline libèrent de grandes quantités de nicotine dans les produits à base de nicotine-bentonite. De son côté, la bentonite diminue la teneur en cuivre soluble des bouillies cupriques (54).

Wene et Rawlins, étudiant les mélanges de bouillies cupriques et de cryolithe, concluent que les sels de cuivre neutres ne modifient pas l'action de l'insecticide, tandis que la bouillie bordelaise retarde la mortalité des insectes, lorsqu'on l'ajoute aux bouillies cryolithées appliquées contre le Doryphore *Leptinotarsa decemlineata* et contre *Epilachna varivestis* (104).

Emploi agricole des sels de cuivre. — A signaler en premier lieu une importante étude de E.E. Large sur l'emploi des produits cupriques contre le Mildiou de la Pomme de terre. Au cours d'essais parcellaires, il a mesuré les attaques de Mildiou sur feuillage, et a appliqué à ses résultats numériques les méthodes de l'analyse mathématique. La grandeur prise comme mesure de l'efficacité est l'intervalle de temps qui sépare le début de l'attaque du moment où la moitié du feuillage est détruit. Un bon traitement cuprique retarde l'apparition de la maladie de 16 jours et augmente le rendement de 5 t par ha (78).

Etudiant ensuite, par voie chimique, la rétention du cuivre sur les feuilles de Pomme de terre, Large et ses collaborateurs montrent que la résistance de la bouillie bordelaise à la pluie est supérieure à celle des oxychlorures et de l'oxyde cuivreux : après une chute de 60 à 80 mm d'eau en 3 ou 4 semaines, il reste environ 40 p. cent du cuivre de la bouillie bordelaise, contre 20 p. cent au maximum pour les autres produits ; ceux-ci peuvent être améliorés par l'addition d'adhésifs (79).

Sans adhésifs, ou avec des agents de dispersion solubles dans l'eau, les oxychlorures et l'oxyde cuivreux ont une efficacité égale à celle d'une bouillie bordelaise moitié moins riche en cuivre. Avec de bons adhésifs, ils atteignent presque l'activité de la bouillie bordelaise (78).

Les bouillies bordelaises pauvres sont, elles aussi, supérieures aux autres bouillies cupriques de même richesse. Lorsque les traitements sont faits au moment le plus favorable, la bouillie bordelaise à 63 g de cuivre par hl donne une bonne protection et assure une récolte presque intégrale (80).

M. Lansade étudiant l'action des poudres cupriques contre la Carie du blé, montre que le sel le plus fongicide est le chlorure cuivrique : il supprime toute trace de Carie, quand il est appliqué sous forme de poudres à 8 p. cent de métal ; avec les autres sels, les teneurs en cuivre doivent être de 14 p. cent pour le chlorure cuivreux, de 23 à 25 p. cent pour l'oxychlorure cuprocalcique, de 24 p. cent (sel pur) pour le sulfate de cuivre cristallisé ; un carbonate de cuivre, même à l'état pur, n'a pas empêché l'apparition de la maladie (76).

Mode d'action fongicide du cuivre. — La plupart des phytopharmaciens admettent, avec beaucoup de vraisemblance, que le cuivre insoluble déposé sur les végétaux traités agit comme fongicide après avoir été partiellement redissous. En effet, un dépôt de bouillie bordelaise séché sur une plaque de verre ne contient que 0,5 mg par kg de cuivre soluble dans l'eau (99), et cette quantité est insuffisante pour exercer une action fongicide. La solubilisation du cuivre a été expliquée par diverses hypothèses, dont les plus valables font appel à l'action des excrétats du feuillage ou à celle des excrétats des spores de champignon.

Wain et Wilkinson ont repris l'étude de cette question, afin de vérifier les conclusions d'autres auteurs et de pousser plus avant l'explication de l'action fongicide.

Le rôle du feuillage dans la solubilisation du cuivre a paru vraisemblable à la suite d'expériences montrant que le cuivre soluble est plus abondant dans les dépôts de bouillie séchés sur feuille que dans les dépôts séchés sur plaque de verre ; mais cette conclusion n'était pas inattaquable, car la méthode n'éliminait pas l'action possible des bactéries vivant sur les feuilles (99). Plus démonstratif est l'essai fait sur des pois portant un dépôt de bouillie bordelaise. Au cours de la germination des pois dans l'eau, le cuivre dissous est beaucoup plus important qu'il ne le serait en l'absence du végétal. Des précautions ont été prises pour éviter l'action du sol et des bactéries. L'étude chimique de l'eau de trempage des pois conduit à penser que les substances qui solubilisent le cuivre sont des dérivés aminés et des composés protéiques colloïdaux (100, 101).

L'action dissolvante des exsudats de spores est prouvée à nouveau par des expériences mettant en jeu les spores de *Neurospora sitophila* et le filtrat de leur suspension. Les quantités de cuivre dissoutes sont cependant inférieures à celles qu'indiquent d'autres auteurs, mais la température de la suspension et la composition du milieu sur lequel les spores ont été cultivées influent sur l'intensité du phénomène.

Dans l'exsudat des spores de *Neurospora sitophila*, on retrouve du mannitol, des succinates et des fumarates, substances qui favorisent la dissolution du cuivre (102).

Des recherches purement chimiques convergent avec les constatations faites sur le rôle du feuillage et des spores, pour indiquer que le cuivre des dépôts de bouillie est solubilisé par un mécanisme comportant la formation d'ions complexes. Ces ions peuvent être formés par l'action sur le cuivre minéral des amino-acides, des hydroxyacides et de leurs sels, toutes substances pouvant exister dans les excrétats de spores. Par exemple, avec un amino-acide NH^2 . CHR . COOH, on obtient l'ion complexe $Cu(NH^2 . CHR . COO)^3$. Par contre, les hydrates de carbone n'interviennent pas dans la libération du cuivre (99).

Le cuivre dissous par les différents mécanismes que nous venons d'indiquer est cependant insuffisant pour expliquer l'intoxication des spores, si l'on n'admet pas son accumulation dans leurs parois. Wain et Wilkinson pensent que le cuivre est transporté du dépôt de bouillie vers la spore par un « pont » constitué par des ions organo-cupriques tels que l'ion cupriglycinate.

Il est vraisemblable que ces complexes sont décomposés au contact des spores ; le cuivre y reste à l'état d'ion Cu^{++}, tandis que la partie organique sert à dissoudre une nouvelle quantité de métal. Il existe ainsi un phénomène réversible, dans lequel la substance organique, hydroxyacide ou acide aminé, joue le rôle d'un va-et-vient transporteur de cuivre (103). Il a été établi par ailleurs que les ions complexes sont plus phytocides que les sels minéraux de cuivre (100) ; trois d'entre eux sont certainement aussi plus fongicides : le sébaçate, le phtalate et le cuprimalate de cuivre (103).

L'action fongicide du cuivre ne dépend pas seulement de la toxicité propre de la molécule, mais aussi de la mesure dans laquelle les ions cupriques sont disponibles pour exercer leur action. Cet important facteur est conditionné notamment par la granulométrie des particules cupriques et par les mélanges dans lesquels elles peuvent se trouver engagées.

Heuberger et Horsfall, étudiant au laboratoire l'influence des mouillants sur l'activité des solutions et bouillies cupriques, ont vu que cette activité est réduite par les substances riches en matières protéiques. Ils supposent qu'une réaction entre les protéines et le cuivre diminue les quantités disponibles de celui-ci (68).

Certains métaux agissent comme des antagonistes du cuivre. Selon P.B. Marsh, les chlorures de Ca, de Mg et de K contrarient l'action inhibitrice du sulfate de cuivre sur la germination des conidies de *Sclerotinia fructicola* (83). Des observations du même ordre ont été faites en France avec les ions Zn et Fe.

Le second facteur, finesse des particules cupriques, a fait l'objet de plusieurs travaux qui concluent tous que l'action fongicide augmente

en même temps que la finesse (66). Les produits les plus fins se rapprochent de l'action de la bouillie bordelaise, sans l'atteindre (70).

Une question dont la solution aurait une importance pratique considérable est la quantité de cuivre nécessaire à la protection du feuillage. Dans son travail déjà cité sur le Mildiou de la Pomme de terre, LARGE l'évalue à environ 12 γ de cuivre par cm^2. Ce nombre est le même pour les différents sels de cuivre. La bouillie bordelaise à 1 p. cent dépose environ 30 γ de Cu par cm^2 ; les autres bouillies cupriques de même richesse laissent un dépôt moins abondant (79).

Action phytocide des sels de cuivre. — Si le cuivre soluble est toxique pour de nombreux agents pathogènes, il peut le devenir, à certaines doses, pour les plantes supérieures elles-mêmes. Dans beaucoup de cas, il y a un parallélisme entre l'action fongicide des bouillies cupriques et leur action phytocide.

Des observations à ce sujet ont été faites par plusieurs auteurs, qui ont constaté le phénomène sans chercher à en connaître le mécanisme. YARWOOD a étudié les brûlures du sulfate de cuivre et de la bouillie bordelaise. Les solutions qui donnent 50 p. cent de dégât sur le feuillage varient de 35 g par hl pour la Moutarde à 10 kg par hl pour la Betterave. La bouillie bordelaise est moins nocive, et l'augmentation de la proportion de chaux diminue encore les brûlures (108).

Dans le cas de graines soumises à des traitements fongicides par le sulfate de cuivre ou l'oxyde cuivreux, il y a réduction ou retard de la germination pour le Chou, le Concombre et le Pois, augmentation ou accélération pour la Betterave, l'Aubergine, l'Epinard et le Piment. Un test chimique montre que les graines sensibles au cuivre contiennent des groupements sulfhydryles ; les autres n'en contiennent pas. On peut supposer que le cuivre pénètre dans les graines et y détruit ces groupements. En effet, si on trempe les Pois traités dans une solution de cystéine (qui contient le groupe — SH), leur faculté germinative est rétablie (56).

Action physiologique du cuivre sur les plantes supérieures. — A des doses inférieures aux doses phytocides, le cuivre exerce sur les plantes supérieures une action physiologique qui peut être favorable aux récoltes et qui a parfois été confondue avec l'action fongicide.

Dès les premières applications du cuivre sur la vigne, on a observé que le métal augmente la coloration des feuilles et retarde leur chute à l'automne. MILLARDET l'a remarqué dès 1882. Il serait imprudent d'en conclure que ce métal active la végétation. La coloration plus verte peut être due à une réaction chimique entre le cuivre et le chlorophylle. Les auteurs récents ont tendance à admettre que le cuivre augmente la durée de la végétation. C'est l'avis de FAËS. C'est aussi celui de Mlles GAUDINEAU et BARRAUD (62). Ce résultat n'est-il pas dû à un ralentissement des phénomènes biologiques? On a observé aux Etats-Unis que les traitements à la bouillie bordelaise retardent la maturité

des Tomates (67). D'autre part, il est bien connu que la même bouillie diminue la photosynthèse chez le Pommier (95). Enfin, lorsqu'on prépare des jus de Tomate, leur teneur en acide ascorbique est moindre, si les fruits ont apporté une certaine quantité de cuivre (94).

La plupart de ces observations supposent une pénétration du cuivre à l'intérieur de la plante au moment des traitements. LARGE a examiné cette question : il a observé une rétention du cuivre par le feuillage de la Pomme de terre de l'ordre de 0 γ 1 par cm² de surface, mais sans pouvoir décider si le métal a pénétré à l'intérieur de la plante ou est simplement adsorbé par la cuticule (79).

2. Soufre et dérivés.

Le soufre libre. — Malgré les multiples questions qui restent à résoudre dans l'emploi fongicide du soufre, ce produit a donné lieu à peu de travaux depuis l'étude que nous lui avons consacrée en 1933 (1).

Au cours de la dernière guerre, les laboratoires français ont fait de nombreux essais tendant à utiliser des soufres à faible teneur et à exploiter les minerais de soufre de la métropole. Les minerais de soufre français titrent au maximum 10 p. cent de métalloïde. En les enrichissant par ventilation ou flottation, on obtient des produits dont la richesse varie de 20 à 30 p. cent et dont la finesse est le double de celle des formes commerciales de soufre pur (71). Un exemple de leur valeur fongicide est donné par B. LAFON qui, opérant en 1944 sur l'Oïdium de la Vigne, a trouvé que le minerai à 30 p. cent de S était très voisin en efficacité du soufre pur ; avec le produit à 20 p. cent, il a encore obtenu une protection suffisante, en faisant 4 traitements au lieu de 3 (75).

En Algérie, FRÉZAL a indiqué les efficacités relatives suivantes : soufre sublimé pur : 17-18 ; poudre à 50 p. cent de S : 15-16 (58).

Pour expliquer que le soufre dilué est, dans certains cas, pratiquement aussi actif que le soufre pur, on a étudié la vitesse d'évaporation du métalloïde. Il est en effet admis que celui-ci exerce son action fongicide après avoir été vaporisé. FOURETIER et BOULLÉ ont montré qu'à partir d'une certaine charge de soufre pur, inférieure à celle qu'on obtient dans les soufrages viticoles, la vitesse d'évaporation est constante et indépendante de la richesse en soufre (49, 57).

La forme chimique sous laquelle le soufre agit après son passage à l'état de vapeurs fait toujours l'objet de discussions. KEILLING et BARRET, par des analyses d'atmosphère dans les Vignes traitées, ont reconnu que les vapeurs soufrées étaient formées de composés très voisins des acides thioniques. Il semble exister un seuil de température, au-dessous duquel l'atmosphère des vignes ne contient pas de soufre vaporisé ; au-dessus de ce seuil, l'air contient de 100 à 200 g de soufre par ha de Vigne (73).

(1) Voir la « Revue de Phytopharmacie », *Annales Agronomiques*, 1933, p. 232.

Opérant au laboratoire, PARKER-RHODES a montré de son côté que le soufre ne peut être absorbé par les spores que sous forme d'ions hydrodisulfures (HS^2—), pyrosulfite (HO^2SSO^2—), ou plus rarement thiosulfite (S^2O^2—). C'est la forme d'introduction HS^2— qui est la plus probable (89).

Comme pour les composés cupriques insolubles, le soufre présente une efficacité qui augmente avec la finesse de ses particules (66).

Les emplois nouveaux du soufre signalés ces dernières années concernent les traitements des sols. En Alsace, on a indiqué que le S combat la maladie du cœur de la Betterave aussi bien que le bore ; la dose indiquée est de 800 à 1 600 kg par ha : il agirait en neutralisant les sols fortement alcalins (93).

Le soufre est également employé au Canada pour combattre la Galle commune de la Pomme de terre *Actinomyces scabies* (63).

Les traitements au soufre sur les Agrumes en Californie causent souvent des brûlures. Des études ont été entreprises pour établir le mécanisme du phénomène. D'après F.M. TURREL et ses collaborateurs, le soufre se vaporise à la température ordinaire et cette action est fortement accrue par une faible élévation de température. Les vapeurs de soufre pénètrent dans les enveloppes des fruits et, si elles atteignent le protoplasme des cellules, s'y transforment en H^2S ou en sulfate. On n'a pas pu établir si les brûlures étaient dues à H^2S lui-même ou à un sous-produit de la réaction (96).

La lessive sulfocalcique. — Des travaux intéressants ont eu lieu en France sur la chimie de la lessive sulfocalcique. G. VALENSI a montré que la combinaison du soufre et de la chaux conduit à 2 groupes de réactions : Les unes donnent des formes oxydées, hyposulfite et sulfite de calcium ; si l'hyposulfite ne peut jamais être éliminé, le sulfite le peut, pourvu que la concentration initiale soit suffisamment faible. Les autres réactions donnent des formes réduites, les polysulfures. Lorsque la proportion du soufre au calcium est de 2 à 1, il ne se forme que du pentasulfure ; le tétra- et le trisulfure apparaissent quand le milieu est plus alcalin (97).

EMSCHWILLER, GRANJON et VÉLAN ont étudié surtout la formation et la décomposition de l'hyposulfite de calcium, dont la présence dans la lessive est gênante. La décomposition de l'hyposulfite est fortement accélérée, aux concentrations élevées, par la présence de chaux libre ; aux concentrations plus faibles, elle est fort atténuée du fait que la solubilité du sulfite diminue rapidement, quand la teneur en polysulfures dépasse une molécule-gramme par litre. La teneur de la lessive en hyposulfite est d'autant plus grande que l'ordre des sulfures est plus élevé (63).

C'est l'action insecticide que E.E. ABBOTT a envisagée, en étudiant la formation de gaz toxiques à partir de la lessive sulfocalcique. Il se forme plus d'hydrogène sulfuré que d'anhydride sulfureux et c'est le

H^2S qui est le plus toxique. La décomposition de la lessive, lente en présence d'air pur, augmente lorsque l'air est chargé de gaz carbonique ; le peu de SO^2 qui se forme est rapidement réduit par H^2S (45).

Un synergisme fongicide a été indiqué entre la lessive sulfocalcique et le sulfate de zinc ; il existe à un degré moindre avec les sulfates de cuivre et de fer (109).

3. Fongicides minéraux divers.

Fongicides pour la préservation des bois d'œuvre. — Dans les traitements destinés à empêcher la décomposition des bois d'œuvre, seul le pouvoir fongicide des substances chimiques est à considérer, les actions phytocides n'étant pas en cause. Une étude officielle faite aux Etats-Unis recommande les sels solubles de zinc, de chrome et de cuivre. Le fluorure d'ammonium, le chlorure mercurique et divers arsénites méritent d'être étudiés (105).

L'emploi des arséniates pour cet usage est connu depuis longtemps. Le principe consiste à traiter les bois par un mélange soluble qui s'insolubilise après absorption. Le sel de Boliden est formé de 3 molécules d'acide arsénique, 2 molécules d'arséniate disodique, 1 molécule de bichromate de potassium et 2 molécules de sulfate de zinc. L'ensemble est réduit par les matières organiques du bois et il se forme de l'arséniate de zinc, de l'arsénite de chrome et du sulfate de sodium (81).

Fongicides minéraux en phytopharmacie. — *Composés arsenicaux.* — Des tentatives sont faites aux Etats-Unis depuis plusieurs années pour augmenter l'efficacité de la lutte contre les maladies cryptogamiques par des traitements d'éradication. Keitt et Palmiter ont publié des résultats encourageants mettant en œuvre notamment les arsénites de calcium et de zinc, contre les Tavelures et d'autres maladies des plantes (74). Dans la Moniliose des fruits à noyaux (*Sclerotinia americana*), E.E. Wilson a indiqué la possibilité d'éradication par les arsénites monocalciques, zincique et sodique. Le sel de calcium est plus actif que le sel de zinc. Celui de sodium peut causer des brûlures (106).

Sels de mercure. — Les chlorures de mercure conservent des applications à l'étranger pour le traitement des bulbes : le sublimé est utilisé en trempage pour les bulbes de Glaïeul (86). Contre la pourriture de l'Oignon, de l'Echalote et du Poireau, due à *Monilia cepivora*, on peut employer le calomel, soit en poudrage du sol au moment du semis, soit en trempage des jeunes bulbes à la replantation (48). Gilmore et Robinson ont mis au point une méthode de lutte contre le Rhizoctone noir *Rhizoctonia solani*, la Galle commune et la « Jambe noire » (*Bacillus phytophthorus*) de la Pomme de terre, par trempage des tubercules dans des solutions à 0,5 ou 1 p. mille de chlorure mercurique (64, 65).

Oxyde de zinc. — Ce composé est efficace également contre la Galle commune de la Pomme de terre, dont l'agent, *Actinomyces scabies*, est une forme de passage entre les champignons et les algues inférieures (47).

Sels de manganèse. — La bouillie au sulfate de manganèse neutralisé par la chaux a été essayée en Afrique du Sud contre l'Oïdium de la Vigne *Uncinula necator* : ce traitement est inférieur au soufrage (52).

Sels d'argent. — Les tentatives pour utiliser des fongicides à base d'argent sont déjà anciennes. Elles étaient encouragées par la constatation du grand pouvoir bactéricide de l'argent. Mais elles se heurtent à 3 objections : l'action fongicide n'est pas forcément en rapport avec l'action bactéricide ; l'argent est un élément très phytocide ; les traitements devraient utiliser de très faibles doses pour être économiques. L.W. Nielson a repris cette étude dans le cas du Mildiou de la Pomme de terre : il semble recommander des mélanges tels que : nitrate d'argent, sulfate ferreux, chaux, qui présentent une bonne efficacité et une adhérence égale à celle de la bouillie bordelaise ; 1 kg de nitrate d'argent suffit pour 6 300 l de bouillie (87, 88). Cette méthode de lutte ne paraît pas avoir reçu d'applications pratiques.

III. — LES HUILES INSECTICIDES

Ce secteur de la phytopharmacie a donné lieu à assez peu de travaux depuis quelques années, et la plupart concernent les huiles de pétrole.

1. Etudes sur les huiles de pétrole.

Etudes physiques et chimiques. — Les facteurs physiques qui interviennent dans l'application des émulsions d'huile ont été étudiés par W.M. Hoskins. Cet auteur a examiné comment se comportent, sur une surface traitée, les émulsions ne contenant que de l'huile et de l'eau et celles qui renferment un émulsif, savon ou matière protéique. Lorsqu'elle ne contient que de l'huile et de l'eau, l'émulsion mouille mal et le dépôt d'huile est faible. L'addition d'un émulsif protéique (albumine du sang) favorise le mouillage, et le dépôt initial d'huile s'accroît jusqu'à une certaine valeur. A partir d'une concentration déterminée en mouillant, la phase aqueuse forme un film sur la surface traitée, l'huile atteint celle-ci plus difficilement et son dépôt diminue. Le savon employé comme émulsif accroît si peu le mouillage, que le dépôt d'huile n'est pas augmenté (130).

D'une façon générale, l'augmentation de stabilité des émulsions diminue le dépôt d'huile. Beaucoup de mouillants et émulsifs proposés par l'industrie agissent dans ce sens et réduisent la quantité d'huile déposée. L'emploi de « solubiliseurs » rend l'huile miscible à l'eau dans

une large mesure ; l'huile s'étale alors sur l'eau et son pouvoir pénétrant est diminué (131).

La faible dimension des globules d'huile dans les émulsions est, d'après Smith et Goodhue, en corrélation avec une efficacité convenable, mais elle est le résultat de facteurs physiques favorables, plutôt que la cause de l'efficacité. Les émulsions « quick breaking », qui contiennent de gros globules, donnent probablement une meilleure action insecticide que les émulsions stables (143). Cette opinion est partagée par Planes qui a étudié également en Espagne les facteurs agissant sur la dimension des globules. Celle-ci dépend de la nature et de la concentration de l'émulsif ; les globules sont d'autant plus petits que l'émulsif est plus abondant et que l'huile est plus visqueuse (139).

Spécifications des huiles agricoles. — *Huiles d'hiver.* — A la suite d'essais faits dans l'état de New-York, des spécifications nouvelles ont été proposées pour les huiles de pétrole destinées au traitement d'hiver. On considérerait, non plus la viscosité proprement dite, mais l' « indice de viscosité », nombre empirique en rapport avec l'influence de la température sur la viscosité. Les autres facteurs envisagés sont : la densité, le « point d'écoulement », le point d'ébullition (118).

Les normes officielles récemment publiées en Angleterre distinguent les huiles miscibles et les émulsions concentrées ; les premières doivent contenir au moins 75 p. cent d'huile neutre, les secondes au moins 60 p. cent. L'huile neutre doit répondre aux conditions suivantes :

Poids spécifique à 15°5.....	de 0,86 à 0,93.
Volatilité	5 p. cent au maximum.
Teneur en insulfonable	au moins 65 p. cent.

Il n'y a pas de normes pour la viscosité et la distillation de l'huile, mais des prescriptions détaillées sont données en ce qui concerne la stabilité des produits concentrés et des émulsions diluées. La stabilité est observée pendant 48 h pour les premiers et pendant 4 h pour les secondes (112).

La Suisse a établi des normes spéciales pour les huiles d'hiver destinées au traitement du Pou de San José. Les émulsions doivent contenir au moins 75 p. cent d'huile et leur dilution doit être stable pendant au moins 3 h. L'huile doit répondre aux spécifications suicantes : densité à 20° : 0,85 à 0,95 ; viscosité : au moins 30 centipoises à 20° ; volatilité : 3 p. cent au maximum ; indice de sulfonation : au moins 80. Les « huiles jaunes » doivent contenir au moins 75 p. cent d'huile de pétrole et 5 p. cent de dinitrocrésol (147).

Huiles d'été et huiles de serre. — Les normes anglaises prévoient des émulsions contenant au moins 60 p. cent d'huile neutre, avec les mêmes conditions de stabilité que pour les huiles d'hiver. L'huile neutre doit répondre aux spécifications suivantes (112) :

	Huile d'été	*Huile de serre*
Poids spécifique à 15°5	0,84 - 0,92	0,84 - 0,89
Courbe de distillation :		
entre 310 et 340°	10 p. cent	10 p. cent
— et 375°	50 —	50 —
— et 400°	80 —	80 —
Teneur en insulfonable	au moins 92 p. cent	au moins 95 p. cent
Viscosité Redwood à 22°	100 à 200 s	100 à 200 s

Mode d'action insecticide des huiles de pétrole. — Selon l'opinion généralement admise, l'huile de pétrole agit comme ovicide en enrobant les œufs qui meurent privés d'oxygène. L'action toxique est en concordance avec la viscosité. Lorsque des résultats trop faibles sont constatés, ils sont dus, soit à un contact insuffisant entre l'huile et les œufs, soit à une durée trop courte de rétention de l'huile (140).

Un autre facteur est le pouvoir pénétrant des huiles. La viscosité n'est plus, dans ce cas, un facteur favorable, car elle diminue la vitesse de pénétration ; une faible teneur en insulfonable (faible pureté) agit dans le même sens. La vitesse de pénétration augmente avec l'âge des œufs, ce qui indique que leurs membranes deviennent plus perméables (115).

Dans le cas des traitements d'hiver contre les Cochenilles, c'est encore l'asphyxie qui joue le rôle principal. Woglum et La Folette ont étudié le mécanisme de cette action insecticide. L'huile doit être à la fois pénétrante et persistante, cette dernière propriété étant en rapport avec une viscosité et une température de distillation élevées. La persistance est également favorisée par une température basse, de sorte qu'il convient d'employer les huiles plus lourdes dans les régions les plus chaudes. Dans la lutte contre les Tétranyques, comme pour les Cochenilles, les huiles lourdes sont plus efficaces que les huiles légères (149).

Insecticides ajoutés aux huiles de pétrole. — En raison du pouvoir pénétrant des huiles, il était logique qu'on cherchât à leur associer d'autres insecticides, l'huile servant de véhiculant au toxique, et celui-ci renforçant l'action physique de l'huile. Plusieurs de ces tentatives ont donné des résultats favorables.

Cas des traitements d'hiver. — G. Viel a montré que le *dinitro-orthocyclohexylphénol* ajouté aux émulsions concentrées à raison de 1 à 3 p. cent augmente leur efficacité sur le Pou de San José en traitement d'hiver. L'huile additionnée de 2 p. cent du phénol peut être employée en émulsion à 1,5 p. cent contre 2,5 p. cent pour l'huile simple (148).

La *roténone*, sous forme de résine de derris ou de cubé, est un des insecticides les plus souvent ajouté aux huiles de pétrole aux Etats-Unis. Des résultats favorables ont été publiés sur plusieurs Cochenilles, en particulier la Cochenille de l'Olivier *Parlotaria oleae* (146).

Sur la Cochenille rouge de l'Oranger *Aonidiella aurantii*, l'addition de 5,5 g de roténone par hl de bouillie à 1,5 p. cent d'huile fait passer la mortalité, dans les plantations d'Agrumes de Californie, de 50-60 p. cent à plus de 90 p. cent (120).

La résine de derris ne peut être incorporée à l'huile que grâce à un commun solvant appelé en Amérique « solubiliseur ». Plusieurs formules sont indiquées. Ebeling emploie comme solubiliseur le phtalate de dibutyle, dans les proportions suivantes :

Résine de derris	1 partie	1 partie
Phtalate de dibutyle	9 parties	
Huile de pétrole		15 parties

Bien que la présence du mouillant diminue le dépôt d'huile sur les plantes traitées, la mortalité des Cochenilles est augmentée (123). Une variante consiste à dissoudre la résine dans un mélange de trichloréthylène (1 volume) et de phtalate de dibutyle (2 volumes).

Kagy et Boyce, qui ont étudié les mélanges ternaires huile + résine de derris + solvant, indiquent plusieurs autres solubilisateurs utilisables : oxyde de diphényle, huile de sassafras, méthyl-n.amylcétone, 2 (4.tertiaire butylphénoxy) éthanol. Les solutions de résine sont plus faciles à mélanger aux huiles légères qu'aux huiles lourdes. La solution de la roténone est gênée par la présence des autres constituants de la résine (132).

L'association de *D.D.T.* et d'huile de pétrole semble donner des résultats favorables contre les Cochenilles (135) et les œufs de Pucerons et de Cheimatobie (129).

Cas des traitements d'été. — Il s'agit surtout des huiles *nicotinées*, qui sont employées depuis longtemps déjà. On utilise des bouillies contenant, par exemple, de 1 à 2 p. cent d'huile et 50 g de nicotine par hl. Contre la Cochenille *Aonidiella aurantii*, ce mélange est plus actif que l'huile seule, mais inférieur à l'huile renforcée par la résine de derris (121).

L.B. Norton a fait l'étude physique des émulsions d'huile nicotinée. L'activité de la nicotine dépend de sa répartition entre l'huile et l'eau. Il faut chercher à faire passer la nicotine dans l'huile, afin d'augmenter sa rétention initiale et sa persistance. En milieu neutre et à la concentration de 1 p. cent de nicotine, celle-ci se partage également entre l'huile et l'eau ; la nicotine en solution dans l'eau coule en partie avec celle-ci et le reste s'évapore rapidement. Quand la teneur dépasse 1 p. cent, la fraction passant dans l'eau est plus importante. En milieu acide, la nicotine se met en solution dans l'eau : en milieu alcalin, elle passe une grande partie dans l'huile. Il y a intérêt à employer, dans les émulsions d'huile, de la nicotine alcaloïde ou des formes de nicotine insolubles dans l'eau et peu hydrolysables, ou encore à alcaliniser fortement le milieu (137).

Additions d'adjuvants. — Ce problème a surtout été étudié par EBELING. La présence dans les émulsions de substances qui favorisent l'étalement, le mouillage et la pénétration des huiles augmente souvent leur efficacité (124). L'emploi de substances solides très finement broyées, telles que la farine de coques de noix, serait également favorable, en augmentant la capillarité de surface et, par suite, l'action insecticide (123).

Action phytocide des huiles de pétrole. — La question des dégâts causés aux plantes en cours de végétation par les émulsions d'huile de pétrole a fait l'objet d'une mise au point de P.A. YOUNG en 1941. Il admet que les huiles pénètrent rapidement dans les feuilles et atteignent les rameaux en passant par les espaces intercellulaires et les vaisseaux. Les concentrations maxima généralement tolérées sont les suivantes :

Sur le feuillage, 2 p. cent d'une huile ayant un indice de sulfonation de 83 à 90, avec une viscosité Engler de 2,15 à 2,40 ;

sur les bourgeons en repos, 8 p. cent d'une huile ayant un indice de sulfonation de 60 à 70, avec une viscosité Engler de 3,4 à 6.

Les principaux facteurs de l'action phytocide seraient, d'après cet auteur :

facteurs chimiques : la « pureté » (indice de sulfonation) de l'huile, la viscosité de l'huile, le type de l'émulsion, la teneur en huile ;

facteurs végétaux : variété fruitière, état physiologique de l'arbre, charge en fruits ;

facteurs atmosphériques : température de l'air (151).

Un travail original important a été réalisé par KRAITER, qui a étudié l'action sur les arbres fruitiers en cours de végétation d'une émulsion à 2 p. cent, dont l'huile contenait au maximum 10 p. cent d'hydrocarbures non saturés, avait une viscosité Engler de 1,43 à 1,51 et distillait entre 270 et 525°. L'émulsion concentrée titrait 70 p. cent d'huile et 15 p. cent de savon sodique de résine. L'auteur aboutit aux conclusions suivantes :

plus les huiles sont légères, plus les brûlures sont graves ;

les acides naphténiques des fractions légères sont les principaux responsables des brûlures ;

les lésions augmentent avec la concentration de l'émulsion, mais l'influence de l'indice de sulfonation n'est pas nette ; l'origine géographique de l'huile n'a guère d'action ;

la nature de l'émulsif joue un rôle capital ; le savon de résine n'est pas avantageux.

La conclusion générale de KRAITER, dans le cas où il s'est placé, est que les brûlures sont dues aux acides naphthéniques, produits d'oxydation des hydrocarbures non saturés ; cette oxydation intervient surtout après l'application du traitement ; elle est fortement accélérée par le savon de résine, qui agit comme catalyseur. Un raffinage

très poussé de l'huile, et l'emploi de sulfate ferreux basique comme émulsif diminuent au contraire l'oxydation (133, 134).

W.M. Hoskins partage l'opinion de Kraiter sur le rôle néfaste des hydrocarbures non saturés oxydés. L'indice de sulfonation n'est pas un bon critérium de la phytotoxicité (131).

Une étude faite en Californie, sur des *Citrus*, a permis de distinguer deux motifs des lésions causées par les huiles au feuillage et aux fruits : l'action chimique des hydrocarbures non saturés, et le blocage des espaces intercellulaires par l'huile, qui empêche la circulation des gaz (141).

Enfin, l'influence de l'état de l'arbre et du sol a été mise en évidence en Russie, dans le cas du Pommier. Les feuilles des jeunes Pommiers sont d'autant plus sensibles aux émulsions d'huile que leur teneur en eau et l'humidité du sol sont faibles. On diminue les dégâts par l'irrigation des vergers (116).

Emplois agricoles des huiles de pétrole. — L'utilisation la plus fréquente des huiles de pétrole est le traitement d'hiver des arbres fruitiers, contre les Cochenilles principalement. G. Viel a montré qu'elles constituent le produit de choix pour la lutte contre le Pou de San José en traitement d'hiver (148). Elles sont moins actives comme ovicides. Ainsi, contre les œufs du Thrips *Heliothrips hemorrhoidalis*, qui attaque les Orangers en Californie, différentes huiles donnent des mortalités égales ou supérieures à 40 p. cent ; la formule la plus efficace est celle qui contient de l'huile moyenne raffinée renforcée par le dinitro-orthocyclohexylphénol ou son sel de dicyclohexylamine. A noter que, l'Oranger ayant des feuilles persistantes, il s'agit d'un traitement sur les organes verts (114).

Un problème intéressant est celui de la lutte contre les Tétranyques, qui, avant l'apparition des esters phosphoriques, ne pouvaient guère être combattus que par les traitements aux huiles. Les applications d'hiver sont les plus efficaces (122). Des doses d'emploi de 4 p. cent sont recommandées ; on doit les ramener à 3 p. cent, quand le traitement a lieu peu avant le débourrement (150). L'étude de cette question a été reprise plus récemment par Austin et Massee, qui ont employé concurremment les huiles de pétrole et le dinitrocrésol (113).

Nous terminerons par quelques applications particulières de l'huile de pétrole.

En traitement d'été, l'huile nicotinée a été indiquée comme efficace contre la Tordeuse Orientale du Pêcher *Laspeyresia molesta* (144) sur Prunier.

On lutte contre la Pyrale du Maïs *Heliothis armigera*, en Californie, par des injections d'huile dans le canal médullaire de l'épi. Il faut employer de 0,5 à 1 cm³ d'une huile très raffinée qui peut être renforcée par 1 p. cent de pyréthrines (117, 136).

En Australie, pour la désinsectisation des locaux vides ayant

contenu des grains charançonnés, le produit le plus recommandé est une bouillie contenant 2 p. cent d'huile minérale (111).

Enfin, les émulsions d'huile de pétrole sont d'excellents adhésifs pour les bouillies à l'arséniate de plomb employées contre le Carpocapse *Laspeyresia pomonella*. A la concentration maximum de 1 p. cent, elles en augmentent l'efficacité (145).

2. Les huiles de goudron.

Caractères chimiques des huiles et des émulsions. — Les huiles de goudron sont présentées en général sous deux formes, des « huiles miscibles », qui ne contiennent pas d'eau, et des émulsions concentrées, qui renferment l'huile, l'émulsif et une certaine quantité d'eau. Les normes suivantes ont été adoptées récemment aux Pays-Bas :

En ce qui concerne l'émulsion : elle doit contenir au moins 75 p. cent d'huile neutre et de bases, et au plus 8 p. cent de phénols. La conservation à 0° ne doit provoquer aucun dépôt et le produit doit s'émulsionner facilement dans l'eau contenant 0,6 p. cent de chlorure de sodium ; cette émulsion ne doit pas laisser séparer des gouttelettes d'huile au bout de 24 h.

En ce qui concerne l'huile neutre et les bases : leur mélange doit être soluble à 70 p. cent dans le sulfate de diméthyle. Leur distillation doit présenter les caractères suivants : 4 p. cent au plus passent au-dessous de 160° ; 50 à 70 p. cent passent avant 325° (138).

En France, un arrêté du Ministère de l'Agriculture a rendu officielles les normes suivantes, relatives aux huiles d'anthracène utilisées en agriculture : leur densité est au plus égale à 1,1 à 15° ; elles sont fluides, ne donnant pas de dépôt à 0° ou au-dessus. Leur distillation débute au-dessus de 200° et 60 p. cent au moins du produit passent entre 270 et 360°. Elles contiennent au plus 8 p. cent de phénols, 6 p. cent de bases et 0,5 p. cent d'eau (127). Les normes concernant les émulsions du commerce ne sont pas officielles ; on admet qu'elles doivent contenir de 70 à 85 p. cent de l'huile d'anthracène définie ci-dessus, qu'elles doivent se conserver sans présenter de séparation appréciable d'huile, et que leur dilution dans l'eau, à la dose d'utilisation, doit se conserver 24 h sans séparation d'huile.

On a proposé aux Etats-Unis d'employer les huiles de goudron en poudrage, comme insecticide de contact. Ces poudres contiendraient, soit 0,5 à 1 p. cent d'huile brute, soit 1 à 6 p. cent de la solution obtenue en traitant le brai de goudron par la soude (125). Il ne semble pas que ces produits aient donné des résultats positifs.

Intérêt agricole des huiles de goudron. — Leur principal usage est la destruction des œufs d'insectes sur les arbres fruitiers, en traitement d'hiver. Aux Etats-Unis, où l'emploi des huiles de pétrole est indispensable contre les Tétranyques et les Cochenilles, on leur

ajoute souvent de l'huile de goudron pour neutraliser les œufs de Pucerons. Les concentrations recommandées varient de 1 à 2,5 p. cent. Les avis sont partagés pour décider si cette addition d'huile de goudron diminue ou non l'action de l'huile de pétrole contre les Tétranyques (126, 128).

Shaw et Steer ont étudié en Angleterre les facteurs physiques et chimiques de l'action ovicide, sur les œufs de Cheimatobie *Operophthera brumata*. Ils concluent qu'une température de distillation élevée est en rapport avec l'action ovicide, mais ne l'explique pas entièrement. Le poids spécifique et la viscosité de l'huile ont peu d'influence. Parmi les hydrocarbures, les composés aliphatiques interviennent fortement dans la toxicité ; les composés paraffiniques sont probablement plus actifs que les naphténiques. Enfin, les phénols et les bases n'augmentent pas l'action ovicide, mais ne la diminuent pas, à condition que leur proportion soit faible (142).

3. Les huiles végétales.

La valeur insecticide des huiles végétales a été comparée à celle de l'huile de pétrole dans deux études faites, l'une en France, l'autre en Amérique.

Aux États-Unis, Cressman et Dawsey ont considéré l'action sur les Cochenilles et l'action sur les œufs. Sur différents stades de Cochenilles, l'huile brute de Maïs, l'huile brute de Coton et l'huile de Noix sont égales ou supérieures à l'huile de pétrole. Les huiles volatiles, telles que l'huile de Pin et l'huile d'écorce d'Orange sont à peu près sans action. Contre différents œufs, l'action toxique est en corrélation avec le pouvoir siccatif. Les huiles non siccatives, comme l'huile de Noix, sont supérieures aux autres huiles végétales, mais inférieures à l'huile de pétrole. Les huiles demi-siccatives et siccatives sont peu ovicides (119).

Dans les essais faits en France par G. Viel sur les formes hivernantes du Pou de San José *Quadraspidiotus perniciosus*, c'est également le pouvoir siccatif des huiles végétales qui est apparu comme le facteur essentiel de la toxicité. Seules les huiles non siccatives, telles que l'huile d'Arachide et probablement l'huile d'Olive, sont efficaces en traitement d'hiver contre cette Cochenille. Elles restent cependant inférieures à l'huile de pétrole (148, 148 *bis*).

IV. — UN INSECTICIDE PEU CONNU EN FRANCE, L'ÉMÉTIQUE

L'émétique ou tartrate double d'antimoine et de potassium $C^4H^4O^6.OSbK.1/2\ H^2O$, a été reconnu actif contre la Mouche domestique par Zetek, entre 1907 et 1911. Les premiers travaux publiés sont ceux de Headlee (1916), qui l'a employé en appâts sucrés contre

la Fourmi *Tetramorium caespitum* (159). L'émétique reçoit actuellement d'assez larges applications insecticides aux Etats-Unis, contre deux groupes de ravageurs :

Sous forme de solutions sucrées pulvérisées contre les Thrips : Thrips du Glaïeul *Taenothrips simplex* (155), Thrips des Agrumes, *Scirtothrips citri* (156), Thrips du Tabac attaquant l'Oignon *Thrips tabaci* (154), Thrips des serres *Heliothrips hemorrhoidalis* ;

Comme appât toxique contre les Mouches des fruits, notamment la Mouche des fruits du Mexique *Anastrepha ludens* (158), et celle du Queensland *Strumeta* (*Chaetodacus*) *tryoni* (152).

Dans les deux cas, les solutions ordinairement utilisées sont de même nature, mais les proportions de leurs constituants varient. Pour la pulvérisation, la formule est la suivante :

Emétique	120 à 240 g
Sucre roux	240 à 480 g
Eau	100 l

Pour les appâts :

Emétique	120 à 600 g
Sucre ou mélasse.....	2,4 kg à 6 kg
Eau	100 l

Peu de recherches importantes ont été consacrées à l'émétique insecticide. Voici quelques travaux assez récents.

C.C. Plummer a étudié l'intoxication de la Mouche *Anastrepha ludens* par l'émétique. Il offre aux insectes des appâts de différentes compositions et note la durée de leur survie, qu'il prend comme critérium de l'action insecticide. Dans une solution sucrée à 2,4 p. cent, la toxicité augmente peu lorsque la teneur en émétique dépasse 240 g par hl, dose la plus couramment employée (159). Aux concentrations plus faibles, l'intoxication est caractérisée par la suppression ou la diminution de la ponte. A la dose de 60 g par hl, les femelles pondent quelques œufs, dont la plupart n'éclosent pas. Cette action est encore sensible lorsqu'on emploie 15 g d'émétique par hl. La conclusion pratique de cette étude est que l'utilisation des appâts à l'émétique dans les vergers peut être un facteur de la réduction générale des populations de Mouches dans toute une région (160).

C.O. Persing et ses collaborateurs ont recherché des succédanés de l'émétique actifs contre le Thrips des serres, *Heliothrips hemorrhoidalis*. Ils ont reconnu que le citrate d'antimoine est actif, mais moins que l'émétique. Pour ce dernier, le pH de la solution est un facteur important de la toxicité : l'effet maximum est obtenu pour les pH compris entre 6 et 7. Les solutions de citrate d'antimoine, qui ont un pH compris entre 4 et 5, deviennent aussi actives que l'émétique, si on les amène à pH 6 (157).

L'émétique est toxique pour les Abeilles, d'après J.E. Eckert. Dans un sirop de sucre très concentré (20 p. cent), il constitue un appât très attractif et très dangereux. Une Abeille meurt quand elle a absorbé

de 3 à 6 γ d'émétique. Les solutions insecticides employées en arboriculture sont plus riches en poison et moins sucrées : elles n'attirent pas les Abeilles et ne semblent pas présenter un danger considérable. Il y a lieu cependant de respecter les formules indiquées officiellement et de ne pas appliquer les pulvérisations sur des arbres en cours de floraison (159).

V. — LES SUBSTANCES DE CROISSANCE EN PHYTOPHARMACIE

La découverte des substances chimiques qui règlent le développement des plantes constitue une des plus importantes acquisitions de la physiologie végétale au cours des 20 dernières années. L'étude scientifique de cette question sortirait du cadre de notre Revue. On en trouvera une excellente mise au point de G. Morel dans l'*Année biologique* de 1948 (170). Nous nous contenterons de donner un aperçu des applications agricoles que les substances de croissance, couramment appelées phytohormones, ont commencé de recevoir.

Il convient d'ailleurs de souligner que les produits commercialisés sont très différents des substances qui agissent comme des hormones pour les végétaux. Les deux seules substances de croissance qui ont été reconnues dans la nature sont les « auxines » étudiées par le Hollandais Kögl en 1933. On a rapidement reconnu qu'un produit de synthèse, l'acide indole-β-acétique, jouait un rôle analogue et on l'a appelé hétéroauxine. Les « phytohormones » utilisées en agriculture ont été à l'origine l'acide indole-β-acétique et d'autres composés de synthèse ayant avec lui une parenté plus ou moins étroite : des propriétés analogues ont été reconnues depuis peu dans des composés de nature chimique différente.

Les principaux emplois agricoles de ces produits peuvent être rangées sous 5 rubriques.

1. **Désherbage des cultures.** — Deux composés sont principalement utilisés dans la pratique : l'acide 2-4-dichlorophénoxyacétique (2-4-D.) et l'acide 2-méthyl-4-chlorophénoxyacétique. Le premier est de beaucoup le plus employé : il entre dans les spécialités commerciales sous les formes suivantes : sel alcalin, sel d'éthanolamine, esters méthylique et éthylique. L'acide 2-méthyl-4.chlorophénoxyacétique est employé à l'état de sel de sodium (1).

Le 2-4-D. et ses dérivés sont presque exclusivement utilisés pour le désherbage sélectif des céréales, soit en poudrage, soit en pulvérisation. Les spécialités pour pulvérisation sont présentées sous forme de poudre mouillable, ou de solution (ou suspension) aqueuse, ou encore, pour les esters, de solution huileuse émulsionnable. Longchamp et

(1) D'autres désherbants à action « hormonique » ont été proposés depuis peu.

GAUTHERET ont attiré l'attention sur l'intérêt que présente l'emploi du 2-4-D. mélangé à des engrais, en couverture (169).

Les doses d'emploi recommandées par l'industrie oscillent autour de 1 kg de matière active par ha, ce chiffre pouvant être abaissé dans certains cas jusqu'à 300 g.

De grands espoirs ont été fondés sur les désherbants « hormoniques » au début de leur emploi. Il semblait logique d'attendre de ces produits une action très spécifique, pouvant être favorables aux plantes cultivées et toxiques pour les mauvaises herbes. Ces espoirs ne se sont pas réalisés jusqu'à présent. L'action du 2-4-D. et de ses dérivés ressemble beaucoup, pratiquement, à celle des autres désherbants : à une dose d'emploi bien choisie, ils attaquent gravement les mauvaises herbes, en ne faisant aux céréales que des dégâts faibles ou nuls. Ils ont cependant l'avantage de détruire des plantes adventices, Chardons, Pavots, qui résistent aux autres herbicides. Mais il existe très peu de cultures, autres que les céréales et les graminées, qui puissent être desherbées par le 2-4-D.

Celui-ci agit surtout sur les dicotylédones annuelles, au moment où leur croissance est la plus active (168). Les plantes vivaces résistent mieux. Il faut souvent deux applications pour les détruire complètement ; et des doses de 4 à 5 kg de matière active par ha ne les tuent pas toujours. Les essais faits en Angleterre indiquent que les pulvérisations sont plus actives que les poudrages (174).

A la suite d'une étude récente, LONGCHAMP et GAUTHERET ont apporté une critique sérieuse des conditions dans lesquelles le 2-4-D. est employé comme désherbant sélectif. Ils font remarquer que la dose de 2 kg par ha n'est pas suffisante pour détruire certaines herbes adventices vivaces, telles que le Chardon, tandis que des doses inférieures à 1 kg peuvent nuire au développement des variétés sensibles de céréales (169).

Il est incontestable, par ailleurs, que certaines plantes cultivées sont très sensibles au 2-4-D. C'est notamment le cas de la Vigne, qui souffre gravement de l'application de doses infimes du produit, à tel point que l'emploi en viticulture des pulvérisateurs ayant servi au désherbage pose un problème délicat. Le Poirier est également sensible. D'après R. GALLAY, l'action phytocide est différente, lorsque le 2-4-D. est absorbé par les racines : il devient alors peu dangereux pour la Vigne et le Pommier ; il l'est davantage pour le Poirier et est très toxique pour le Rosier (168).

2. **Arrêt de la germination des Pommes de terre.** — L'acide α-naphtylacétique a la propriété d'inhiber pendant plusieurs mois la pousse des germes de Pommes de terre. On emploie pratiquement son ester méthylique, qui est relativement volatil (165). L'α-naphtylacétate de méthyle est appliqué sur les tubercules sous forme de poudres titrant de 1 à 2,5 p. cent de matière active. Les doses d'emploi varient

assez largement, si l'on s'en rapporte aux indications des fabricants : de 2 à 10 g de matière active par quintal. Les doses fortes paraissent être les plus favorables. Il faut noter que l'acide α-naphtylacétique, s'il inhibe effectivement la pousse des germes, ne ralentit pas la vie du tubercule qui continue, en particulier, à brûler ses hydrates de carbone.

3. **Enracinement des plantes.** — La formation des racines est l'action la plus anciennement reconnue chez les substances de croissance. Les plus utilisées dans les spécialités commerciales sont l'acide α-naphtylacétique, souvent associé à la naphtylacétamide, et l'acide indole-butyrique, seul ou en mélange avec l'acide naphtylacétique. L'action rhizogène s'exerce sur les boutures, les bulbes, les semences. L'application se fait le plus souvent au moyen de poudres titrant de 0,2 à 3 p. cent de matière active, les concentrations les plus fortes correspondant à l'acide indole-butyrique.

La dose d'emploi optimum varie suivant l'espèce et même la variété de la plante. Pour l'acide α-naphtylacétique, en trempage, elle serait de 0 mg 012 à 0 mg 025 par litre (172) (1). Ce produit, ainsi que l'acide indole-butyrique, donne des résultats très favorables dans l'enracinement des bulbes de Lis (170). A doses fortes, ces substances rhizogènes peuvent provoquer la formation de tumeurs et amener la mort des tissus (167).

L'acide indole-β-acétique appliqué sur le Blé aux doses de 2,5 mg à 40 mg par kg diminue la baisse de pouvoir germinatif due aux traitements organomercuriques (175). Brunstetter et ses collaborateurs ont étudié sur le Haricot les modifications chimiques provoquées par l'application de cet acide (163).

4. **Formation des fruits parthénocarpiques.** — Cet emploi est encore peu répandu dans la pratique. On pulvérise des solutions d'acide-β-naphtylacétique ou d'acide monochlorophénoxyacétique. Les concentrations sont voisines de 40 mg de matière active par litre de liquide pulvérisé.

5. **Produits contre la chute des fruits.** — D'après la littérature, les premiers essais ont montré que l'acide α-naphtylacétique et l'acide 2-4-dichlorophénoxyacétique (2-4-D.) réduisaient fortement la chute des fruits, en particulier des Pommes, pendant les dernières semaines qui précèdent la récolte (161). Le second produit a été éliminé en raison de ses propriétés phytocides, et l'on a recommandé les pulvérisations d'acide α-naphtylacétique à des concentrations de 1 g à 1,5 g par hl d'eau (167). Les doses d'emploi peuvent varier suivant les espèces et les variétés. L'efficacité varie également en fonction des variétés. Elle est plus marquée si l'on traite assez tôt, au début de la période de chute. Les arbres qui ont reçu ce traitement à l'automne débourrent et fleurissent plus tard l'année suivante (168, 176).

(1) Cependant, certains fabricants recommandent des doses qui atteignent 2 mg par litre.

Dans les spécialités commerciales, l'acide naphtylacétique est parfois employé sous forme de sel alcalin ; il peut aussi être associé avec une naphtylacétamide. Les applications sur les arbres se font par pulvérisation liquide, rarement par poudrage. Dans le premier cas, les concentrations moyennes sont conformes à celles qu'indiquent les auteurs, soit 10 mg d'acide par litre, mais les chiffres extrêmes atteignent 4 et 60 mg. En poudrage, nous relevons une concentration de 0,6 p. cent de matière active.

Produits chimiques agissant comme des substances de croissance. — En dehors du groupe chimique assez restreint que nous avons défini précédemment, différentes substances se comportent pour les végétaux comme substances de croissance.

C'est le cas de l'éthylène et de ses dérivés. On a observé depuis longtemps que les gaz contenant de l'éthylène interviennent naturellement dans la maturation des fruits et peuvent être utilisés pour la provoquer artificiellement. L'éthylène agit dans certains cas à des concentrations inférieures à 100 mg par m^3 d'atmosphère (164). Des essais faits en Allemagne ont montré que des tubercules de Pommes de terre, plongés pendant 24 h avant plantation dans des atmosphères contenant du gaz d'éclairage, ont un meilleur enracinement et donnent une récolte plus abondante. Cette action est due à la présence de l'éthylène, qui paraît agir sur le métabolisme des hydrates de carbone et augmenter la teneur des plantes en substances de croissance naturelles. On a constaté expérimentalement que le traitement au gaz d'éclairage augmente la teneur des tubercules en vitamine C (166).

On sait que des composés vitaminiques, tels que la biotine, l'aneurine, le mésoinositol sont des substances de croissance pour beaucoup de végétaux (173).

Les chloronitrobenzènes et notamment le composé pantachloré réduisent beaucoup la germination des Pommes de terre, en même temps qu'ils protègent les germes contre les attaques de *Rhizoctonia solani* (162).

Reçu le 15 *janvier* 1950.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. — *Techniques pour les essais antiparasitaires.*

(1) Anonyme. — Test tube dilution technique for use with the slide-germination method of evaluating protectant fungicides. *Phytopathology*, 37, 354-356, 1947.

(2) Baten (W.D.) et Marshall (R.E.). — Some methods for approximate prediction of surface area of fruits. *J. agric. res.*, 66, 367-373, 1943.

(3) Bégué (H.). — Perfectionnement de la méthode de laboratoire pour l'essai des produits antidoryphoriques à employer en poudrage. *Ann. des Epiph.*, 12, 347-354, 1946.

(4) Dierick (G.F.). — De ovicide werking van winter-sproeimiddelen bestudeerd in het laboratorium. *Thèse de doct. ès sciences*, 117 p., Amsterdam, 1942.

(5) Dimond (A.E.), Horsfall (J.G.), Heuberger (J.W.). et Stoddard (E.M.). — Role of the dosage-response curve in the evaluation of fungicides. *Bull. Connect. Agr. exp. st.*, p. 631-667, 1941.

(6) Finney (D.J.). — The analysis of toxicity tests on mixtures of poisons. *Ann. appl. biol.*, 29, 82-94, 1942.

(7) Finney (D.J.). — The analysis of a factorial series of insecticide tests. *Ann. appl. biol.*, 33, 160-165, 1946.

(8) Fleming (W.E.). — Evaluating the effectiveness of sprays against the japanese beetle : a laboratory method. *J. econ. entom.*, 34, p. 304, 1945.

(9) Fourmont (R.). — Technique rapide pour les essais d'efficacité de produits chimiques contre le Mildiou de la Pomme de terre. *C.R. Acad. agr.*, 31, 302-304, 1945.

(10) Gough (H.C.). — Laboratory and field experiments on the control of wireworms. *Ann. appl. biol.*, 29, 280-289, 1942.

(11) Hewlett (P.S.). — The design and performance of an atomizing nozzle for use with a spraying tower for testing liquid insecticides. *Ann. appl. biol.*, 33, 303-306. 1946.

(12) Hewlet (P.S.). — A direct spray technique for the biological evaluation of pyrethrum-in-oil insecticides for use against stored product insects in warehouses. *Ann. appl. biol.*, 34, 357-375, 1947.

(13) Hewlett (P.S.). — Physical factors affecting the toxicity of spray to stored product insects. I. The quantity of carrier in wich a given amount of active ingredient is applied. *Ann. appl. biol.*, 35, 84-85, 1948.

(14) Le Goupils (P.). — Les méthodes statistiques dans l'expérimentation. *Ann. des Epiph.*, 8, 189-210, 1942.

(15) Lowenstein (O.). — A method of physiological assay of pyrethrum extracts. *Nature*, 150, 760-762, 1942.

(16) Mac Callan (S.E.A.) et Wilcoxon (F.). — An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. I. Methods of obtaining spores. *Contr. from. the B.-Th. inst.*, 11, 5-20, 1939.

(17) Mac Callan (S.E.A.) et Wilcoxon (F.). — An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. II. Methods of spraying. *Contr. from the B-Th. inst.*, 11, 309-324, 1940.

(18) Mac Callan (S.E.A.), Wellman (R.H.) et Wilcoxon (F.). — An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. III. Slope of toxicity curves, replicate tests, and fungi. *Contr. from the B.-Th. inst.*, 12, 49-77, 1941.

(19) Mac Callan (S.E.A.) et Wellman (R.H.). — A greenhouse method of evaluating fungicides by means of tomato foliage diseases. *Contr. from the B.-Th. inst.*, 13, 93-134, 1943.

(20) Mac Callan (S.E.A.). — Empirical probit weights for dosage-response curves of greenhouse tomato foliage diseases. *Contr. from the B.-Th. inst.*, 13, 177-183, 1943.

(21) Mac Callan (S.E.A.). — Evaluating fungicides by means of greenhouse snapdragon rust. *Contr. from the B.-Th. inst.*, 13, 367-383, 1944.

(22) Mac Callan (S.E.A.). — Bioassay of agricultural fungicides. *Agric. chemicals*, 2, nos 9 et 10, 5 p., 1947.

(23) Mac Intosh (A.H.). — A dipping apparatus for estimating the toxicity of insecticides in liquid media. *Ann. appl. biol.*, 34, 233-239, 1947.

(24) Martin (H.). — The signifiance of the bio-assay in studies of fungicidal action. *Ann. appl. biol.*, 29, 326-328, 1942.

(25) Martin (H.). — The evaluation of fungicides : a study in quantitative toxicology. *J. Soc. Chem. Ind.*, 62, 67-70, 1943.

(26) Martin (H.). — Some biochemical aspects of insecticide research. *Research*, 1, 640-646, 1948.

(27) Martin (J.T.). — The preparation of a standard pyrethrum extract in heavy mineral oil, with observations on the relative toxicities of the pyrethrins in oil and aqueous media. *Ann. appl., biol.*, 30, 293-300, 1943.

(28) Morel (G.). — Méthode d'essai en serre des produits de lutte contre le Mildiou de la Vigne. *Ann. des Epiph.*, 13, 57-66, 1947.

(29) Muskett (A.E.) et Malone (J.P.). — The Ulster method for the examination of flax seed for the presence of seed borne parasites. *Ann. appl. biol.*, 28, 8-13, 1941.

(30) Muskett (A.E.) et Colhoun (J.). — Biological technique for the evaluation of fungicides. II. The evaluation of seed disinfectants for the control of seed-borne diseases of flax. *Ann. bot. Lond.*, 6, 219-227, 1942.

(31) Newell (J.M.). — Quantitative methods in biological and control studies of orchard mites. *J. econ. entom.*, 40 ,683-689, 1947.

(32) Parkins (EA.). — Biological assay of insecticidal sprays. *Nature*, 149, no 3.791, 720-722, 1942.

(33) Parkins (E.A.). — Pyrethrum spray. *Nature*, 150, no 3.795, p. 124, 1942.

(34) Parkins (E.A.) et Green (A.A.). — A film technique for the biological evaluation of pyrethrum-in-oil insecticides for use agains stored product insects in warehouses. *Ann. appl. biol.*, 30, 279-292, 1943.

(35) Peterson (P.D.). — The spore germination method of evaluating fungicides. *Phytopathology*, 31, 1.008-1.016, 1941.

(36) Richardson (Ch.H.). — A system of sampling and rating codling moth investigations. *J. econ. entom.*, 41, 75-79, 1948.

(37) Robinson (G.G.). — The quantitative interaction of spray fluid and active principles in determining the toxicity of a pyrethrum preparation to the argasid tick, *Ornithodorus Moubata* Murray. *Ann. appl. biol.*, 29, 290-300, 1942.

(38) Stanley (W.W.). — Leaf area and its relation to application of insecticides. *J. econ. entom.*, 38, 703-705, 1945.

(39) Stoddard (C.M.) et Heuberger (J.W.). — A simple rapid method of field testing fungicides on apples. *Phytopathology*, 33, p. 13, 1943.

(40) Tattersfield (F.) et Potter (C.). — Biological methods of determing the insecticidal value of petroleum preparations (particularly extracts in heavy oil). *Ann. appl. biol.*, 30, 259-279, 1943.

(41) Townsend (G.R.) et Heuberger (J.W.). — Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant dis. reptr.*, 27, n° 17, 340-343, 1943.

(42) Webb (J.E.). — A spraying apparatus and testing chamber for investigating the residual action of insecticidal deposits. *Bull. entom. res.*, 38, 209-232, 1947.

(43) Wellman (R.H.) et Mac Callan (S.E.A.). — An analysis of factor causing variation in spore germination tests of fungicides. IV. Time and temperature. *Contr. from. the B.-Th. inst.*, 12, 431-449, 1942.

(44) Yun-Pei-Sun et Shepard (H.H.). — Methods of calculating and correcting the mortality of insects. *J. econ. entom.*, 40, 710-715, 1947.

II. — Les fongicides minéraux.

(45) Abbott (C.E.). — The toxic gases of lime-sulfur. *J. econ. entom.*, 38, 618-620, 1945.

(46) Bayliss (G.T.S.), Deshpande (R.S.) et Strorey (J.F.). — Effect of seed treatment on emergence of peas. *Ann. appl. biol.*, 30, 19-26, 1943.

(47) Beare (J.A.). — Potato scab and seed piece decay. Control by seed treatment. *J. agric. S. Austr.*, 48, 12-13, 1944.

(48) Booer (J.R.). — Further experiments on the control of white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk) in onions, shallots and leeks. *Ann. appl. biol.*, 33, 413-419, 1946.

(49) Boullé (A.). — Sur la vitesse d'évaporation des constituants de la fleur de soufre. *Ann. agronom.*, 17, 575-577, 1947.

(50) Callbeck (L.C.). — A progress report on studies of the effects of varying the proportion of lime in Bordeaux mixture for potato spraying. *Amer. pot. J.*, 24, n° 11, 377-381, 1947.

(51) Darpoux (H.) et Vuittenez (A.). — Essais de traitements en cours de végétation contre la Tavelure du Poirier. *C.R. Acad. Agr.*, 34, 126-131, 1948.

(52) Du Plessis (S.J.). — Powdery mildew or oidium-disease of the vine. *Fmg. S-Afr.*, 19, n° 223, 641-468, 1944.

(53) Emschwiller (G.), Granjon (J.) et Velan (M.). — La teneur en thiosulfate des bouillies sulfocalciques. *C.R. Acad. Sc.*, 222, 145-147, 1946.

(54) Fahey (J.E.). — Compatibility of copper fungicides with nicotine-bentonite insecticide. *J. econ. entom.*, 35, 517-520, 1942.

(55) Ferré (L.) ,Françot (P.) et Mauro (J.). — Essais officiels de produits antimildiou en Champagne. *Le vign. champ.*, 66, 192-196, 1945.

(56) Foster (A.A.). — Acceleration and retardation of germination of some vegetable seeds resulting from treatments with copper fungicides. *Phytopathology*, 37, 390-398, 1947.

(57) Fouretier (G.) et Boullé (A.). — Sur la vitesse d'évaporation de diverses variétés de soufre dans l'air. *Ann. agron.*, 16, 447-456, 1946.

(58) Frézal (P.). — Comment réduire les exigences en soufre de la lutte contre l'Oïdium. *B. soc. agr. d'Algérie*, 88, n° 511, 60-78, 1945.

(59) Gallay (R.), Staehelin (M.) et Trivelli (G.). — La lutte contre le Mildiou de la Vigne. Les divers types de bouillies cupriques. *Rev. rom. d'agr., vitic. et arbor.*, 3, n° 11, 3 p., 1945.

(60) Gallay (R.) et Staehelin (M.). — Bouillie bordelaise, oxydules de cuivre et oxychlorures de cuivre dans la lutte contre le Mildiou de la Vigne. *Rev. rom. d'agr., vitic. et arbor.*, 5, n° 36, 3 p., 1947.

(61) Gallay (R.). — Rapport d'activité 1946. *Publ. n° 160 des St. féd. d'essai*, p. 701-792, 1947.

(62) Gaudineau (M.) et Barraud (M.). — Années à faibles Mildiou et traitements des Vignes. *C.R. Acad. Agr.*, 32, 30-33, 1946.

(63) Généreux (H.). — Désinfection du sol dans le but de lutter contre la Galle commune de la Pomme de terre. *Rep. Québec sec. prot. pl.* 1943-1944, p. 89-93, 1947.

(64) Gilmore (L.E.) et Robinson (C.H.). — Studies in seed potato treatments. Testing and adjusting corrosive sublimate solutions. I. Laboratory control method. *Sci. agric.*, 23, 676-681, 1943.

(65) Gilmore (L.E.) et Robinson (C.H.). — Studies in seed potato treatments. Testing and adjusting corrosive sublimate solutions. II. Field control method. *Sci. agric.* 23, 682-687, 1943.

(66) Hamilton (J.M.), Palmiter (D.H.) et Mack (G.L.). — Particle size of sulphur and copper fungicides in relation to apple scab and cedar-apple rust control. *Phytopathology*, 33, 533-550, 1943.

(67) Henderson (R.G.). — Testing of copper fungicides for control of tomato blight in Southwest Virginia. *Techn. bull. Va Agr. exp. st.*, 89, 18 p., 1943.

(68) Heuberger (J.W.) et Horsfall (J.G.). — Reduction in fungicidal value of copper compounds by organic materials. *Phytopathology*, 32, 370-372, 1942.

(69) Hickman (C.J.) et Wilkinson (E.H.). — Preliminary experiments on the use of oil-soluble copper compounds as fungicides. *Ann. appl. biol.*, 30, 179-183, 1943.

(70) Hyre (R.A.). — Relation of particle size to fungicidal value and tenacity of two « insoluble » copper fungicides. *Phytopathology*, 32, 388-393, 1942.

(71) Jullien (J.C.) et Jacquier (R.). — Le marché du soufre et l'utilisation des soufres français en viticulture. *Echo des mines et de la métal.*, 6 p., 1946.

(72) Kearns (H.G.H.), Marsh (R.W.) et Martin (H.). — Experimental spraying programmes on apples at Long-Ashton : season 1945. *Rep. agr. hort. res. St. Bristol* 1945, p. 132-140, 1946.

(73) Keilling (J.) et Barret. — Contribution à l'étude du soufre en viticulture. *C.R. Acad. Agr.*, 33, 241-244, 1947.

(74) Keitt (G.W.) et Palmiter (D.H.). — Potentialities of eradicant fungicides for combating apple scab and some other plant diseases. *J. agric. res.*, 55, 397-437, 1937.

(75) Lafon (R.). — L'Oïdium dans les Charentes en 1944. *Com. de vitic. arr. de Cognac*, p. 21-29, 1946.

(76) Lansade (M.). — Sur l'efficacité de quelques produits contre la Carie. *C.R. Acad. Agr.*, 34, 162-166, 1948.

(77) Large (E.C.). — Control of potato blight (*Phytophthora infestans*) by spraying with suspensions of metallic copper. *Nature*, 151, nº 3.820, 80-81, 1943.

(78) Large (E.C.). — Field trials of copper fungicides for the control of potato blight. I. Foliage protection and yield. *Ann. appl. biol.*, 32, 319-329, 1945.

(79) Large (E.C.), Beer (W.J.) et Patterson (J.B.E.). — Field trials of copper fungicides for the control of potato blight. II. Spray retention. *Ann. appl. biol.*, 33, 54-63, 1946.

(80) Large (E.C.) et Beer (W.J.). — Field trials of copper fungicides for the control of potato blight. III. Low-copper fungicides. *Ann. appl. biol.*, 33, 406-413, 1946.

(81) Lemaire (E.). — Conservation du bois par les arséniates. *La Nature*, nº 3 127, p. 8, janvier 1947.

(82) Mac Callan (S.E.A.) et Wellman (R.H.). — Fungicidal versus fungistatic. *Contr. from. the B-Th. inst.*, 12, 451-463, 1942.

(83) Marsh (P.B.). — Salts as antidotes to copper in its toxicity to the spores of *Sclerotinia fructicola*. *Phytopathology*, 35, 54-61, 1945.

(84) Mondain-Monval (P.) et Bloy (J.). — Sur la constitution des bouillies bordelaises. *C.R. acad. Sc.*, 225, 122-123, 1947.

(85) Montgomery (H.B.S.) et Shaw (H.). — Laboratory tests of bactericides on the plum and cherry/bacterial canker organism (*Pseudomonas mors-prunorum* Wormald). I. Toxicity of some inorganic materials especially copper compounds, and the effect of hydrogen ion concentration on the organism. *Ann. appl. biol.*, 29, 399-403, 1942.

(86) Nelson (R.H.) et Cassil (C.C.). — Adsorption of mercuric chloride from solution by *Gladiolus* corms. *Circ. U.S. Dep. agr.* 610, 10 p., 1941.

(87) Nielsen (L.W.) et Williamson (C.E.). — The composition and field performance of some silver sprays. *Phytopathology*, 32, 1 027-1 030, 1942.

(88) Nielsen (L.W.). — Studies with silver compounds and mixtures as fungicidal sprays. *Mem. Cornell Agr. exp. st.* 248, 44 p., 1942.

(89) Parker-Rhodes (A.F.). — Studies on the mechanism of fungicidal action. III. Sulphur. *Ann. appl. biol.*, 29, 136-143, 1942.

(90) Person (S.H.) et Chilton (S.J.P.). — Seed and soil treatment for the control of damping-off. *Bull. La Agr. exp. st.* 349, 16 p., 1942.

(92) Powell (D.). — Copper 8-quinolinolate, a promising fungicide. *Phytopathology*, 36, 572-573, 1946.

(93) Reinau (E.H.) et Macke (W.). — Wann ist Schwefel ein Vorbengungsmittel gegen Herzfäule der Zuckerrübe? *Angew. Bot.*, 23, 348-360, 1941.

(94) Robinson (W.B.), Schroeder (W.T.), Slotz (E.) et Kertesz (Z.J.). — Relation of copper-containing fungicides to the ascorbic acid and copper content of tomato juice. *New-York St. agr. exp. st.*, Bull. nº 725, 18 p., 1947.

(95) Southwick (F.W.) et Childers (N.F.). — Influence of Bordeaux mixture and its component parts on transpiration and apparent photosynthesis of apple leaves. *Plant physiol.*, 16, 721-754, 1941.

(96) Turrel (F.M.), Cuneo (F.), Slack (D.) et Carns (H.). — Factors in injury to *Citrus* by sulphur dust. A progress report. *Calif. citrogr.*, 28, 286-311, 1943.

(97) Valensi (G.). — Constitution et équilibre des bouillies sulfocalciques. I. Les conditions de formation en relation avec le système hyposulfite-sulfite. *Bull. soc. ch. France*, 12, 642-651, 1945.

(98) Wain (R.L.) et Wilkinson (E.H.). — A new copper seed protectant. *Gardners' Chron.*, 113, nº 2 925, p. 27, 1943.

(99) Wain (R.L.) et Wilkinson (E.H.). — Studies upon the copper fungicides. IV. The solution of copper from Bordeaux and Burgundy mixtures. *Ann. appl. biol.*, 30, 379-391, 1943.

(100) Wain (R.L.) et Wilkinson (E.H.). — Studies upon copper fungicides. VII. The solution of copper from dressing on the pea seed. *Ann. appl. biol.*, 32, 240-243, 1945.

(101) Wain (R.L.) et Wilkinson (E.H.). — Studies upon the copper fungicides. VIII. The penetration of copper into germinating peas. *Ann. appl. biol.*, 32, 243-247, 1945.

(102) Wain (R.L.) et Wilkinson (E.H.). — Studies upon the copper fungicides. IX. Investigations with the exudate from fungus spores. *Ann. appl. biol.*, 33, 401-405, 1946.

(103) Wain (R.L.). — Recent work on the copper fungicides. *Meded. v. d. Landbow*, 13, 13-24, Gand, 1948.

(104) Wene (G.) et Rawlins (W.A.). — Compatibility of cryolithe and copper fungicides. *J. econ. entom.*, 38, 655-657, 1945.

(105) Wilford (B.H.). — Chemical impregnation for trees and poles for wood preservation. *U.S. Dep. of agric.*, Circ. nº 717, 30 p., 1940.

(106) Wilson (E.E.). — Experiments with arsenite sprays to eradicate *Sclerotinia laxa* in stone fruit trees as a mean of controlling the crown rot disease in blossoms. *J. agric. res.*, 64, 561-594, 1942.

(107) Wilson (E.E.). — Physical caracteristics of Bordeaux mixture in relation to its qualities. *Phytopathology*, 33, 497-505, 1943.

(108) Yarwood (C.E.). — Copper sulphate as an eradicant spray for powdery mildiews. *Phytopathology*, 35, 895-909, 1945.

(109) Yarwood (C.E.). — The fungicidal value of mixtures of lime sulphur and zinc sulphate. *Phytopathology*, 37, 852-853, 1947.

(110) Zäch (C.), — Ueber die Regenbeständigkeit von Kupferspritzmitteln für die Weinbau. *Séhweiz. Zeits. Obts- und Weinb.*, 56, 67-70, 1947.

III. — Les huiles insecticides.

(111) Andrewartha (H.G.). — Some laboratory tests with oil emulsions against wheat weevil, *Calandra oryzae*. *J. dep. agr. S. Austr.*, 44, 307-308, 1941.

(112) *Angleterre.* — Specifications and methods of analysis for certain insecticides and fungicides. *Min. of agr. and fish.*, techn. bull. nº 1, 63 p., Londres, 1949.

(113) Austin (M.D.) et Massee (A.M.). — Investigations on the control of the fruit tree red spider mite (*Metatetranychus ulmi* Koch) during the dormant season. *J. pomol. and hort. sc.*, 23, 227-253, 1947.

(114) Bartlett (B.R.) et Persing (C.O.). — Laboratory control studies on the greenhouse thrips. *J. econ. entom.*, 34, 760-766, 1941.

(115) Blickle (R.L.). — Studies of contact insecticides. XVI. Penetration of oils into insect eggs. *a*) Influence of oil characteristics. *b*) Influence of age of egg and species. *Techn. bull. N.-Ham. Agr. exp., st.* nº 79, 14 p., 1942.

(116) Bogdarina (A.A.). — (L'influence de l'apport d'eau sur la chute des feuilles de Pommier traité aux émulsions d'huile de pétrole). (*Bull. prot. des plantes* 1940), nº 12, p. 185-191, 1940.

(117) Carruch (L.A.). — Current contribution of insect control. Present status of the mineral oil treatment for corn ear worm control. *Bull. N-Y. St. Agr. exp. st.* nº 698, p. 3-5, 1942.

(118) Chapman (P.J.), Pearce (G.W.) et Avens (A.W.). — Current contribution of insect control. A new basis for selecting petroleum oils for orchard sprays. *Bull. N-Y. St. Agr. exp. st.* nº 698, p. 40-42, 1942.

(119) Cressman (A.W.) et Dawsey (L.H.). — Insecticidal efficiency of some oils of plant origin. *U.S. Dep. of Agr.*, techn. bull. nº 801, 15 p., 1942.

(120) Cressman (A.W.). — Effectiveness against the California red scale of cube resins in light-medium and heavy spray oils. *J. agric. res.*, 66, 413-419, 1943.

(121) Cressman (A.W.). — Effectiveness against the California red scale of cube resins and nicotine in petroleum spray oil. *J. agric. res.*, 67, 17-26, 1943.

(122) Cutright (C.R.) et Sutton (R.). — Effectiveness of acaricides in D.D.T. sprayed apple orchards. *J. econ. entom.*, 40, 557-561, 1947.

(123) Ebeling (W.). — Toxicants and solids added to spray oil in control of California red scale. *J. econ. entom.*, 33, 83-85, 1940.

(124) Ebeling (W.). — Materials added to oil spray to increase its effectiveness in *Citrus* pest control. *J. econ. entom.*, 34, 829-837, 1941.

(125) Ferguson (W.C.). — Certain new coaltar insecticides. *J. econ., entom.*, 33, 596-600, 1940.

(126) Ferguson (W.C.) et De Long (D.M.). — Low temperature tar oil in orchard spray. *J. econ. entom.*, 33, 600-610, 1940.

(127) *France.* — Arrêté du 28 juin 1948 sur l'utilisation des huiles d'anthracène pour la destruction des insectes et parasites nuisibles. *J.O.* du 3 juillet 1948, p. 6 434.

(128) Ginsburg (J.W.). — Replacing cresylic acid with tar oil in the delayed dormant spray on apple trees. *J. econ. entom.*, 33, 440-443, 1940.

(129) Gonggrijp (J.). — Het gebruick van dichloor-diphenyltrichloorethan (D.D.T.) in combinatie met minerale olie en di-nitro-orthocresol (D.N.O.C.) als winterbestrijdingsmiddel. 1er *congr. phytoph.* 1946, p. 145-158, 1947.

(130) Hoskins (W.M.) et Ben-Amotz (Y.). — The deposit of aqueous solutions and of oil spray. *Hilgardia*, 12, 83-111, 1938.

(131) Hoskins (W.M.). — Methods of mesuring spray oil deposits. *J. econ. entom.*, 34, 798-804, 1941.

(132) Kagy (J.F.) et Boyce (A.M.). — Solubilizers for petroleum oil and extracts of retenone bearing roots. *J. econ. entom.*, 34, 804-811, 1941.

(133) Kraiter (A.D.). — (Etablissement des normes de l'huile minérale d'été contre les parasites des arbres fruitiers et résultats donnés par l'emploi des huiles d'hiver). (*Sommaire des travaux de recherche scientifique de l'Institut de protection des plantes pour l'année* 1939), p. 136-140, Leningrad, 1940.

(134) Kraiter (A.D.). — (Les causes de l'effet phytocide des émulsions d'huile de pétrole sur les arbres fruitiers en cours de végétation). (*Bull. prot. des plantes* 1940), nº 3, p. 54-66, 1940.

(135) Lindgreen (D.L.), La Due (J.P.) et Harris (L.S.). — Preliminary field experiments on the control of purple scale with D.D.T. incorporated in petroleum oil. *Bull. dep. agric. Calif.*, 35, 100-102, 1946.

(136) Michelbacher (A.E.). — Control of the corn earworm on sweet corn. *Bull. dep. agric. Calif.*, 30, 175-183, 1941.

(137) Norton (L.B.). — Distribution of nicotine between water and petroleum oils. *Ind. eng. chem.*, 32, 241-244, 1940.

(138) *Pays-Bas.* — Die Bestrijdings-Middelenwetgeving. *Versl. en neded. plantenziekt. dienst Wageningen*, 20, p., 1948.

(139) Planes (S.). — Influencia del tamanro de la gotas del aceite en la eficacia de la emulsions insecticidas. *Bol. pat. veg. y entom. agr.*, 12, 249-252, 1943.

(140) Powers (G.E.) et Headler (T.J.). — How petroleum oil kills certain mosquito eggs. *J. econ. entom.*, 32, 219-222, 1939.

(141) Rohrbaugh (P.W.). — Physiological effects of petroleum oil sprays on *Citrus*. *J. econ. entom.*, 34, 812-815, 1941.

(142) Shaw (H.) et Steer (W.). — Laboratory studies on the toxicity of hydrocarbon oils and similar substances to the eggs of some common orchard pests. I. General introduction. II. Experiments on the eggs of the winter moth (*Operophthera brumata* L.). *J. pomol. hort. sc.*, 23, 22 p., 1947.

(143) Smith (C.M.) et Goodhue (L.D.). — Particle size in relation to insecticide efficiency. *Ind. eng. chem.*, 34, 490-493, 1942.

(144) Smith (E.H.), Avens (A.W.) et Mendall (S.C.). — Current contribution of insect control. Relation of oil deposits to the control of the oriental fruit moth on quinces. *Bull. N-Y. St. agr. exp. st.* nº 698, p. 26-28, 1942.

(145) Stachelin (M.) et Bovey (P.). — La lutte contre le Carpocapse et la Tavelure des Pommiers et Poiriers, en Suisse romande. Observations et essais effectués de 1933 à 1938. *Landw. Jb. Schweiz*, 54, 635-680, 1940.

(146) Stafford (E.M.). — The application of mesured amounts of petroleum spray oils to individual olive scale. *J. econ. entom.*, 39, 499-503, 1946.

(147) *Suisse.* — Normes spéciales des huiles blanches destinées à la lutte hivernale contre le Pou de San José. *St. féd. d'essais de Lausanne.* 2 p. (polyc.), 1948.

(148) Viel (G.). — Valeur insecticide des huiles végétales dans la lutte contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) *C.R. Acad. sc.*, 221, p. 589, 1945.

(148 *bis*) Viel (G.). — Etude sur la valeur insecticide de produits divers dans la lutte contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.). *Ann. des Epyph.*, 12, 401-413, 1946.

(149) Woglum (R.S.) et La Folette (J.R.). — Spraying *Citrus* trees. Importance of residual oil film. *Calif. citrogr.*, 27, 94-109, 1942.

(150) Worthley (H.N.) et Steiner (H.M.). — Experimental spraying to control european red mite (*Paratetranychus pilosus* C. and F.) and rosy apple aphid (*Anuraphis roseus* Baker) in 1939. *Bull. Pa Agr. exp. st.* n° 390, 10 p., 1940.

(151) Young (P.A.). — Physiological and physical effects of spray oils on deciduous trees. *J. econ. entom.*, 36, 838-844, 1941.

IV. — Un insecticide peu connu en France, l'émétique.

(152) Allman (S.L.). — Toxicity tests with the Queensland fruit fly, *Strumeta (Chaetodacus) tryoni* Froggatt. *J. Austr. inst. agric. sc.*, 6, 40-44, 1940.

(153) Eckert (J.E.). — The toxicity of tartar emetic to the honeybee. *J. econ. entom.*, 33, 872-875, 1940.

(154) Ewart (W.H.), Watkins (T.C.) et Ashdown (D.). — Insecticidal uses of tartar emetic : against onion thrips in New-York. *J. econ. entom.*, 37, 269-276, 1944.

(155) Johnson (G.V.) et Smith (F.S.). — Field control of the gladiolus thrips. *J. econ. entom.*, 33, 490-499, 1940.

(156) Persing (C.O.), Boyce (A.M.) et Mac Carty (F.G.). — Field studies on control of *Citrus* thrips on lemon and oranges. *Calif. citrogr.*, 25 p., 134, 170-172, 176-177 et 204-206, 1940.

(157) Persing (C.O.), Bartlett (B.R.) et Baier (R.L.). — Effect of pH on toxicity of certain antimony compounds to the greenhouse thrips. *J. econ. entom.*, 34, p. 468, 1941.

(158) Plummer (C.C.). — Studies on the toxicity of tartar emetic to the mexican fruit fly (*Anastrepha ludens* Loew.) and the effects of applications of tartar emetic on *Citrus* trees. *Abstr. doct. diss. Ohio univ.*, n° 35, p. 117-122, 1941.

(159) Plummer (C.C.). — Laboratory studiés on the toxicity of tartar emetic to the mexican fruit fly. *U.S. Dep. of agric.*, Circ. n° 697, 14 p., 1944.

(160) Plummer (C.C.) et Baker (E.W.). — The effect of sublethal dosages of tartar emetic on the mexican fruit fly. *J. econ. entom.*, 39, 775-780, 1946.

V. — Les substances de croissance en phytopharmacie.

(161) Batjen (L.P.) et Marth (P.C.). — (Traitement des Pommiers pour prévenir la chute prématurée des fruits). *Science*, 101, p. 363, 1945.

(162) Brown (W.). — Experiments on the effect of chlorinated nitrobenzenes on the sprounting of potato tuber. *Ann. appl. biol.*, 34, 422-429, 1947.

(163) Brunstetter (B.C.), Myers (A.T.), Mitchell (J.W.), Stuart (W.S.) et Kaufman (M.W.). — Mineral composition of bean stems treated with 3-indolacetic acid. *Bot. gaz.*, 109, 268-276, 1948.

(164) Crocker (W.). — Developments in plant research. *Anglo-am. Ind. newel.*, 4 p., janv. 1947.

(165) Denny (F.E.), Guthrie (J.D.) et Thornton (N.C.). — Effect of the vapor of the methyl ester of α-naphtalene acetic acid on the sprounting and the sugar content of potato tubers. *Contr. from the B.-Th. inst.*, 12, 253-268, 1942.

(166) Dostal (R.). — Ueber den Einfluss der Leuchtgasbehandlung von Saatgut auf den Wuchsstoff-Haushalt und Ernteertrag der Pflanzen. *Das Gas und Wass.*, 86, 284-290, 1943.

(167) Dufrénoy (J.). — Hormones de croissance et problèmes horticoles. *Rev. hort.*, 30, 21-25, 1946.

(168) Gallay (R.). — Rapport d'activité 1947. *Ann. Agr. de la Suisse* 1948, p. 555-660, 1948.

(169) Longchamp (R.) et Gautheret (R.J.). — Recherches sur le désherbage des champs de céréales au moyen de régulateurs de croissance. *Ann. agron.*, 19, 380-410, 1948.

(170) Mac Clellan (W.D.) et Stuart (M.W.). — The use of fungicides and growth substances in the control of scale rot of lilies. *Phytopathology*, 34, 966-974, 1944.

(171) Morel (G.). — Les substances de croissance chez les végétaux. *Ann. biol.*, 24, 146-189, 1948.

(172) Pastac (J.A.) et Perelet-Driguet (V.). — Les propriétés cytoactives de l'acide α-naphtylacétique. *C.R. Acad. Agr.*, 33, 232-233, 1947.

(173) Schopfer (W.H.). — La biotine, l'aneurine et le mésoinositol, facteurs de croissance pour *Eremothecium ashbyii* Guillermond. La biosynthèse de la riboflavine. *Helv. chim. acta*, 27, 1 017-1 032, 1944.

(174) Tinker (M.A.H.). — Tests made at Wisley with a selective weedkiller Methoxone. *J. roy. hort. soc.*, 71, 141-147, 1946.

(175) Wark (D.C.). — Addition of hormones to mercurial fungicidal dusts that reduced germination of wheat. *J. Austr. inst. agric. sc.*, 7, 156-158, 1941.

(176) Wurgler (W.). — Sur les traitements contre la chute prématurée des fruits. *Rev. rom. d'agric., vitic. et arbor.*, 4, n° 7, p. 56-57, 1948.

DOCUMENTATION (1)

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

VIENNOT-BOURGIN (G.). — **Les Champignons parasites des plantes**, 2 vol., 1850 p., 718 fig. Préface de Roger HEIM, Masson, 1949.

Le livre de M. VIENNOT-BOURGIN vient à son heure. Le seul ouvrage d'ensemble dont nous disposions en France pour l'étude des mycoses des plantes était celui de DELACROIX et MAUBLANC. Ce livre, qui présentait les dimensions d'un manuel était d'un usage commode pour les étudiants et sa valeur très réelle lui méritait, malgré sa présentation matérielle peu flatteuse, une place de choix dans les bibliothèques des laboratoires. Il commençait cependant à dater singulièrement. Enfin les spécialistes eussent souhaité un traité plus développé. Les autres ouvrages de langue française publiés non seulement en France, mais aussi en Belgique et en Suisse, se recommandaient à divers titres mais ne comblaient pas cette lacune. Le traité d'ARNAUD avait cette ambition et nous a fourni une magistrale mise au point des maladies de la Vigne et des Arbres fruitiers. De dimensions très vastes, ce traité eût demandé, pour être achevé, la collaboration d'une équipe de spécialistes et son auteur n'a pu l'achever.

Sans viser à être aussi complet et en s'arrêtant à des proportions raisonnables M. VIENNOT-BOUGIN a su mettre sur pied cet exposé d'ensemble qui nous manquait. Son livre témoigne d'un labeur considérable et fort ingrat dont il serait souverainement injuste de ne pas le féliciter.

Les maladies sont groupées d'après les affinités systématiques des parasites. La présentation est ainsi plus scientifique et plus claire que celle de l'ouvrage d'ARNAUD. De plus bien des redites sont évitées. Un tableau récapitulatif par plantes hôtes, à la fin du volume, eût cependant rendu des services à ceux qui auront recours au livre en vue de chercher des renseignements sur les maladies d'une plante déterminée.

L'illustration est presque entièrement originale. Si les photographies sont parfois médiocrement rendues, on admirera par contre les dessins au trait, extrêmement précis, dus à la plume de l'auteur.

On remarquera à chaque page un grand souci de précision et une information généralement très sûre. Les inexactitudes de détail paraissent très rares, ce qui est bien difficile à réaliser dans un ouvrage aussi vaste. Nous regrettons seulement qu'une place un peu plus large n'ait pas été faite à certaines réalisations françaises, nous pensons notamment aux Avertissements agricoles. Le mémoire de DARPOUX sur cette question, remarquable par les éléments de clarté et de rigueur qu'il apporte dans ce domaine, eût notamment permis de préciser la partie concernant les dates de traitement contre le Mildiou de la Vigne. Dans un ordre d'idées analogue nous ne sommes pas tout à fait d'accord avec l'auteur sur la question des contaminations primaires des Tavelures du Pommier et du Poirier où l'influence des ascospores nous paraît prédominante. Enfin, dernière critique, on eut souhaité, dans certains chapitres une rédaction plus concise, un groupement plus dense et plus dépouillé des documents.

Il est facile de faire de telles critiques. Celles-ci n'enlèvent rien au mérite d'un ouvrage qui fait honneur à la science française et rendra des services non seulement aux étudiants, mais aussi aux chercheurs. Le livre de M. VIENNOT-BOURGIN sera certainement utilisé pendant de longues années. Il reste dans la pure tradition des traités de PRILLIEUX, DELACROIX et MAUBLANC, ARNAUD, et montre que la sève mycologique est encore bien vivante parmi les phytopathologistes français. Le souci biologique n'est cependant pas éludé, ce que nous louerons particulièrement, car, ainsi que M. Roger HEIM le dit dans la préface : « c'est là le domaine essentiel du chercheur, la partie la plus originale de son travail, ce qui appartient véritablement à la découverte. » La connaissance de la systématique des champignons est l'outil dont la maîtrise est indispensable au Phytopathologiste, comme l'analyse au chimiste. Elle lui permet de s'établir sur des bases de départ solide, mais le travail fondamental, celui qui doit permettre d'élaborer des techniques de lutte, va considérablement au delà. Il se ramène à une étude détaillée du parasitisme : biologie du champignon, réactions de la plante hôte, action des conditions de milieu, etc... Tout ceci se rattache à des problèmes d'une valeur si générale que la Pathologie Végétale n'est pas seulement une science appliquée, mais aussi un des chapitres les plus passionnants de la Biologie générale. P.L.

(1) Pour répondre au désir exprimé par de nombreux abonnés de découper, aux fins d'indexation, la DOCUMENTATION DES *ANNALES DES ÉPIPHYTIES*, 2 exemplaires de la partie « Documentation » sous forme de tirés à part, seront adressées sur demande en plus de celui compris normalement dans la revue, moyennant un supplément annuel de 150 francs (Étranger : 200 francs).

KUHNOLTZ-LONDAT (G.). — **La Flore des environs immédiats de Montpellier : T.I.** *La prospection phytopathologique*, 1 vol., 117 p., 8 fig. T. II (en coll. avec G. BLANCHET) *Les végétaux vasculaires et leurs parasites cryptogames* : 1 vol., 450 p., 1 carte, 1949.

Cet ouvrage présente un relevé des végétaux vasculaires et de leurs principaux parasites dans un rayon de 10 à 12 km autour de Montpellier.

Le premier volume, qui sert d'introduction à la Flore, est d'une lecture fort intéressante. L'auteur insiste sur l'importance de la connaissance des plantes hôtes, qu'il désigne sous le nom de matrices, pour la prospection phytopathologique. Il note avec raison l'importance de cette dernière qui reste bien incomplète. Si certaines espèces sont indemnes parce qu'elles sont vraiment rebelles à toute infection (*ex. Aphyllantes monspeliensis*) d'autres au contraire ne doivent probablement leur apparente immunité qu'à l'insuffisance des prospections. Certains genres de Phanérogames sont à peu près vierges d'observations phytopathologiques. L'auteur en cite soixante-huit pour la région de Montpellier. Ceci tient dans certains cas à une systématique embrouillée rendant difficile la diagnose de la matrice. Dans d'autres cas c'est la rareté de cette dernière qui intervient. D'autres plantes échappent facilement aux investigations par leurs moyens de défense (piquants), leur petite taille, leur système pileux susceptible de masquer les attaques. La résistance génétique et la spécificité parasitaire sont également envisagées. L'auteur appuie sur l'importance de la continuité de la prospection. Il existe des foyers intermittents de maladies. Des foyers temporaires ont également été observés. Il y a également des phases de réceptivité, liées aux conditions climatiques, ou au stade de développement de la plante hôte. Beaucoup de cycles de parasites sont en outre incomplètement connus et demandent à être précisés.

Un chapitre est consacré au choix et à la cueillette des échantillons. Il fourmille d'observations judicieuses souvent fort originales et qui nous montrent l'intérêt d'une bonne formation phytogéographique pour l'étude de la Pathologie Végétale. L'influence des conditions climatiques et microclimatiques sur le développement des parasites est notamment mis en évidence avec une grande netteté. Le chapitre II est consacré à des conseils sur le classement des échantillons. On y trouvera d'utiles conseils d'ordre et de précision. Enfin l'auteur insiste sur l'importance de la cartographie et de l'étude des profils de terrains. Dans cette partie également l'auteur nous fait amplement profiter de sa connaissance profonde de la Phytogéographie. Enfin, ça et là, dans le cours de l'ouvrage, certaines difficultés de la nomenclature sont mises à jour avec une grande clarté. L'ensemble de cette étude est d'un intérêt puissant par son côté biologique. Elle garde un aspect spéculatif, le parasitisme étant étudié sans tenir compte de son importance économique, mais l'auteur insiste avec raison sur la valeur éducative de ces études désintéressées. On pourrait ajouter qu'elles ne sont pas inutiles sur le plan même de la Recherche Agronomique. La recherche appliquée, liée à l'examen de certains parasites d'une grande importance économique ne trouve pas toujours en ces derniers un matériel favorable à l'étude de certains points de biologie ; la recherche pure dans un domaine comme celui-ci est beaucoup plus aisée à mener à bien car elle est entièrement libre de choisir le matériel le plus favorable aux recherches envisagées. Si, profitant de ces avantages, elle va plus avant dans l'étude de certains problèmes, elle peut fournir des éléments de comparaison utiles pour l'étude des maladies des plantes cultivées. C'est à ce point de vue qu'il convient d'envisager l'articulation entre les travaux poursuivis dans nos écoles et nos universités où la recherche est entièrement libre et ceux du laboratoire agronomique dont la mission est de s'attaquer directement aux problèmes que pose la lutte contre les maladies des plantes cultivées. L'importance économique de la Pathologie Végétale a peut-être contribué à laisser dans l'ombre l'intérêt puissant qu'elle présente lorsqu'on la considère dans le cadre de la Biologie Générale. L'étude des champignons phytopathogènes et des virus des plantes est aussi important à envisager que celle des parasites des Crustacés, des Insectes, ou des Mammifères si l'on veut brosser un tableau exact et complet des phénomènes du parasitisme.

Le second volume, écrit en collaboration avec G. BLANCHET se présente sous l'aspect d'une flore. Dans les limites étroites adoptées il a été possible aux auteurs de réaliser une révision attentive des matrices et des espèces parasites. Les données biologiques sont nombreuses. Les auteurs ont fait là une œuvre utile et il est à souhaiter que des travaux similaires soient réalisés dans d'autres régions françaises. P.L.

DONCASTER (J.P.) et GREGORY (P.H.). — **The spread of virus diseases in the Potato crop** (Le développement des maladies à virus dans les champs de Pommes de Terre). *Agr. Res. Council Rep.*, série nº 107, 143 p., 1948.

Cet ouvrage représente un travail matériel considérable. Les résultats en sont particulièrement intéressants bien qu'ils apportent peu de données inattendues. Beaucoup de points néanmoins sont dignes de retenir l'attention et quelques résultats ne sont pas conformes à certaines idées *a priori*. Ces études ont été poursuivies dans l'Est de l'Angleterre en vue de voir si l'on pouvait y produire économiquement des Pommes de Terre de semence.

L'ouvrage comporte une rapide étude des conditions de culture les plus favorables à la production de la semence. Il en résulte étant donnés les prix anglais, que, dans les régions considérées les cultivateurs trouveront plus de bénéfice à faire des cultures pour la consommation plutôt qu'à produire de la semence avec la réduction de tonnage que supposent les épurations et l'arrachage précoce. — Les modes d'hibernation des divers Pucerons vecteurs

sont étudiés en détail. Un chapitre est ensuite consacré à l'étude de l'infestation de la Pomme de terre par les Pucerons. Les ailés du *Myzus-persicae* atteignent la Pomme de terre à la fin du mois de mai et au début de juin. Des colonies d'aptères se développent sur les plantes qu'ils ont visité. Ces derniers ne se propagent guère d'une plante à l'autre que sur la même ligne. Vers la première quinzaine de juillet l'infestation passe par un maximum, des ailés se produisent alors et ceux-ci ne paraissent guère visiter la Pomme de terre mais se diriger immédiatement sur diverses plantes, notamment les Choux. Aucun ne retourne au Pêcher. Le retour sur cette plante ne s'effectue qu'en septembre. En hiver doux l'hibernation de la forme aptère sur les Choux est d'ailleurs importante.

Des observations intéressantes ont été réalisées sur les conditions de contamination d'une culture à l'autre. Lorsque les champs sont voisins la contamination d'un champ sain par un champ très atteint ne serait notable que sur les 20 sillons les plus voisins de ces derniers. Des contaminations entre champs situés à plus de 300 m ont été observés, mais là aussi l'effet paraît localisé sur les sillons de bordure situés du côté de la source de contamination. Les Pucerons subissent certainement une attraction qui les conduit à se poser sur les premières Pommes de terre qu'ils rencontrent.

Les épurations ne sont efficaces que si elles sont effectuées très tôt, avant la période de dispersion du virus. Plus tard elles permettront seulement au cultivateur d'avoir un bon certificat en éliminant les évidences qui eussent sans cela fait rejeter son plant. La dispersion se fait plus tôt qu'en Ecosse et la contamination y est plus abondante. En Ecosse 1 pied enroulé sur 100 donnerait 1 % de contaminations : une épuration trop tardive maintient le taux de maladie à 1 % (au lieu de 2 % sans épuration). Dans la région considérée 1 pied enroulé sur 100 donne 5 % de contaminations. L'épuration trop tardive donnera l'année suivante 5 % de malades (au lieu de 6 % sans épuration). L'épuration devient donc, à cette date, sans intérêt économique. Une fumigation nicotinée sous toile derrière tracteur au début de juillet anéantit les Pucerons mais à peu d'effet sur l'expansion du virus, celle-ci étant réalisée antérieurement par les ailés.

Les repousses de Pommes de terre sont plus abondantes qu'on ne l'imagine, on en observe parfois jusqu'à 14 000 par acre, l'année qui suit la récolte de Pommes de terre et elles persistent parfois plus de 5 ou 6 ans. Elles peuvent constituer des foyers de contamination lorsqu'elles naissent dans un champ de Pommes de terre. La proportion de malades dans ces repousses correspond au taux de contamination de la culture mère dont elles proviennent. Elles extériorisent souvent très mal les symptômes et des épreuves de laboratoire sont nécessaires pour déceler les malades.

La corrélation entre l'importance de l'infestation par les Pucerons et l'expansion de la maladie est très peu évidente. La mobilité des Pucerons doit jouer un rôle plus important que leur nombre. Dans beaucoup de cas la majorité de contaminations sont déjà réalisées à la mi-juillet et sont dues aux migrants. Les plantations précoces sont donc contre-indiquées car elles exposent davantage les cultures à la maladie. Le rôle des aptères n'est cependant pas nul. Il y a en effet une deuxième période de contamination grâce à laquelle le virus atteint les tubercules 2 à 4 semaines après l'infestation principale. Les auteurs attribuent ces contaminations aux aptères ; les ailés qui se forment à cette époque paraissent quitter définitivement la Pomme de terre. Bien qu'une semence de qualité acceptable puisse être obtenue dans la région considérée les auteurs considèrent sa production comme anti-économique. P.L.

SELF (R.L.) et DARLING (H.M.). — **Transmission of purple top of Potato** (Transmission de la maladie du « purple top » de la Pomme de terre). *Phytopatho*, XXXIX, p. 22, 1949.

Durant l'été 1948 la transmission a été obtenue à partir de Pommes de Terre des variétés *Katahdin*, *Chippeva* et *Sebago* par greffe de bourgeons sur la variété *Sebago*, 33 succès sur 67 greffes. Les premiers symptômes apparaissent en 35 J, suivis dans les 10 J par un flétrissement grave et la production de tubercules mous. Des greffes par approche, sous cage, ont permis de transmettre la maladie à 11 plantes des variétés *Katahdin* et *Sebago* sur 55 éprouvées et 3 *Nicotiana rustica* sur 123 éprouvées présentèrent les symptômes de l'« Aster yellows ». En serre il fut possible, à partir d'une plante de la variété *Sebago* présentant les symptômes du « Purple top », de transmettre la Jaunisse des Asters à 3 *Nicotiana rustica* par de Cuscutes. P.L.

ROBERTS (F.M.). — **Experiments on the spread of Potato virus X between plants in contact** (Experimentation sur la transmission du virus X de la Pomme de terre entre plantes en contact). *Ann. Appl. Biol.*, XXXV, 2, 266-278, 1948.

Essais en serre effectués avec plusieurs souches du virus X. Les souches virulentes atteignent une haute concentration dans les plantes infectées et se répandent plus rapidement que les avirulentes. Dans une seule expérience plus de 10 p. cent de plantes saines exposées aux contaminations ont été contaminées dans la saison. Le *Datura Stramonium* et la Tomate sont contaminées lorsqu'ils croissent dans un sol contenant du jus ou des résidus de plantes infectées. On a souvent observé que des Pommes de terre, dont le feuillage n'avait pas présenté de réaction au virus X, donnaient en fin de saison un mélange de tubercules sains et infectés. Ces contaminations sont attribuées à une propagation dans le sol. On n'a jamais observé d'infections sans contact des plantes saines avec une source de contamination.

L'auteur estime que chez la Pomme de terre, à moins d'avoir la certitude que la plante n'a été en contact avec aucune source de virus, l'épreuve individuelle des tubercules est nécessaire pour s'assurer qu'ils sont indemnes de virus. Les épreuves sur le feuillage des plantes-mères sont insuffisantes. P.L.

BRANAS (J.). — **La maladie de Pierce ou maladie de Californie.** *Progr. agr. et vit.*, t. 132, nº 5, p. 51-56, 1949.

Cette maladie fut signalée aux vignerons français par VIALA dès 1889. Apparue vers 1884 en Californie elle y causa d'importants dégâts suivis d'une éclipse partielle après 1900, puis d'une recrudescence d'activité en 1920 et 1927. Elle existe aujourd'hui dans presque tous les vignobles californiens.

La maladie se caractérise par une croissance tardive, une panachure des feuilles suivie de brûlure, le flétrissement, la dessiccation des grappes, un mauvais aoûtement et finalement la mort de la plante. W.B. HEWITT, en 1936, a montré que la maladie était due à un virus. L'auteur estime que la maladie étudiée par HEWITT correspond peut-être à une partie seulement des dépérissements étudiés par PIERCE.

Le même virus provoque un nanisme sur la Luzerne. Il est transmis par trois Cicadelles *Draeculacephala minerva, Carneocephala fulgida* et *Cicadella circellata*. L'expansion sur la Vigne se réalise avec le maximum de rapidité dans les zones humides (le long des canaux d'irrigation, fossés, talus, etc...) et au voisinage des Luzernières. Ceci est en relation avec l'écologie des insectes vecteurs et le rôle des Luzernes comme réservoirs de virus. Aucun des insectes vecteurs incriminés ne vit en France, mais on y trouve une espèce voisine : *Cicadella viridis*.

La maladie n'existe pas en France au moins sous sa forme contagieuse. Les risques d'introduction méritent examen. Même si la maladie existe à l'état sporadique sur la Vigne et la Luzerne, elle n'offre pas de danger tant que l'insecte vecteur n'apparaît pas. Il est prudent de se tenir en garde et de signaler tout dépérissement rapide au Service compétent. P.L.

JENSEN (D.D.). — **Papaya virus diseases with special reference to Papaya ring-spot.** (Les maladies à virus de l'Avocatier avec des indications spéciales sur le Ring-spot de l'Avocatier). *Phytopatho*, XXXIX, 3, p. 191-211, 1949.

Symptômes et transmission des virus de l'Avocatier. Le virus du ring-spot cause une mosaïque. Il est transmis mécaniquement et par des Pucerons. Les symptômes se manifestent sur le feuillage, le fruit et les tiges des plantes. Les feuilles sont rugueuses et mosaïquées. Des taches et des anneaux jaunes avec un centre vert se produisent sur les fruits malades. Les tiges présentent parfois des taches humides et des rayures. — Les symptômes primaires du feuillage apparaissent 9 à 21 J après l'inoculation. Ceux des tiges apparaissent quelques jours plus tard. Les symptômes apparaissent plus vite chez les plantes inoculées par les Pucerons sur le bourgeon terminal que sur celles inoculées sur les feuilles plus âgées. Ce virus se répand plus rapidement vers le haut que vers le bas. Chez cette plante qui n'a pas de période de repos il y a probablement prédominance des migrations acropètes.

Seize espèces appartenant à douze familles ont été inoculées par Pucerons. Aucune ne fut infectée. Les efforts en vue de transmettre à l'Avocatier 8 maladies à virus répandues sur d'autres hôtes aux Hawaï ont échoué. P.L.

ZOOLOGIE AGRICOLE

SMITH (K.M.). — **A textbook of Agricultural entomology** (Précis d'Entomologie agricole), 1 vol., 289 p., Cambridge 1948.

Dans cet ouvrage très condensé, clair, largement illustré (qui s'adresse à des étudiants de l'enseignement supérieur agricole) nous trouvons un résumé des connaissances essentielles sur les principales espèces nuisibles aux cultures dans l'ouest européen ; l'ordre suivi est celui de la classification zoologique suivie par IMMS (Gal Textbook of Ent. 1946). Pour chaque insecte, l'auteur utilise régulièrement le même plan : description donnant des caractères essentiels et faciles à reconnaître pour l'insecte parfait, l'œuf, les larves et les nymphes ; mœurs ; plantes hôtes et dégâts ; répartition géographique ; méthodes de lutte et, s'il y a lieu, ennemis naturels ; références bibliographiques fondamentales, à l'occasion, d'utiles travaux de détermination de larves ou des adultes.

Malgré un volume volontairement réduit, K. SMITH a tenu à présenter divers chapitres de données générales très intéressantes et souvent originales, concernant : l'hygiène générale des cultures et l'utilisation au mieux d'éléments de « lutte naturelle ou indirecte » telle que les époques de semis, les assolements, les façons culturales, la fumure, les récoltes ; les effets du climat et de l'ambiance sur les pullulations d'insectes ; le rôle des plantes sauvages et notamment des plantes adventices dans le maintien et la propagation d'espèces nuisibles ; les relations entre les insectes et les maladies à virus de leurs végétaux hôtes. Ce dernier chapitre qui rentre dans la spécialité actuelle de recherche de Kenneth SMITH (Directeur de la Station de recherches sur les Virus des plantes à Cambridge) apporte une très bonne mise au point sur un sujet de toute actualité.

Notons qu'il n'y a pas de chapitre général sur les produits antiparasitaires, l'ouvrage étant volontairement axé sur les aspects biologiques et écologiques des problèmes actuels d'entomologie agricole ; l'aspect chimiothérapeutique de ceux-ci faisant l'objet, dans les publications anglaises, de mises au point particulières, telle celle de MARTIN, excellentes et détaillées comme le mérite le sujet. B.T. et R.C.

MIMEUR (J.M.). — **Contribution à l'étude des Zoocécidies du Maroc** (*Ency. entom.*, XXIV, 259 p., Paris, 1949).

L'auteur, au cours d'un long séjour au Maroc, s'est attaché d'une part à grouper toutes les références concernant les observations de Zoocécidies faites sur ce vaste territoire, d'autre part à développer les récoltes personnelles en parcourant méthodiquement, et à des époques diverses, tous les biotopes du pays, puis en effectuant de patients élevages sur des matériaux rapportés. Cette étude, très complète, dans son avant-propos précise d'abord les abondances relatives des Zoocécidies, selon les régions et surtout selon les altitudes et indique l'action récente de l'Homme sur les répartitions primitives.

Une première partie, la plus longue, vient ensuite et donne en suivant la classification zoologique, pour chaque Cécidozoaire : les caractères des Cécidies qu'il produit ; la distribution géographique ; les plantes hôtes ; les références bibliographiques voulues.

Une deuxième partie est consacrée à l'étude de Cécidies nouvelles ou particulières ; elle nous apporte beaucoup de faits, pleins d'intérêt, sur l'anatomie de tissus végétaux modifiés formant les galles. Successivement sont considérées les Cécidies des tiges et des rameaux, des feuilles, des fleurs.

Un petit chapitre particulier, fort intéressant, est consacré à l'étude du mécanisme de l'enroulement, du gaufrage, du clochage, du plissement, de la torsion et du vrillage des limbes et des rameaux.

Cet important travail, belle œuvre posthume d'un entomologiste décédé prématurément, sera à la fois très utile pour les faunisticiens, les biogéographes, les entomologistes agricoles et les personnes s'intéressant, d'un point de vue général, aux interactions biologiques entre les insectes et les plantes hôtes qu'ils parasitent. B.T.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

MAC FARBANE (J.S.) et MATSUURA (M.). — **The effectiveness of D-D as a soil fumigant in Hawaï** (Efficacité du D.D. pour la fumigation des sols à Hawaï.) *Phytopathology*, 37, 33-48, 1947.

Le D.D. (mélange de dichloropropane et de dichloropropylène) est utilisé à Hawaï en fumigation des sols comme fongicide et contre le Nématode *Heterodera marioni*. Les traitements sont efficaces aux doses de 200 ou 400 kg par ha suivant que les conditions de la fumigation sont plus ou moins favorables. L'action contre le Nématode est la même que celle de la chloropicrine : avec les deux produits les attaques du ravageur sont empêchées, mais il n'est pas détruit. Le D.D. doit être injecté dans le sol ; l'arrosage au moyen d'une émulsion aqueuse n'est pas efficace. Les conditions favorables au traitement sont un sol compact et une température inférieure à 25°.

En serre, le D.D. réduit les dégâts dus à *Bacterium solanacearum*. Ce produit est inférieur dans ce cas à la chloropicrine. M. RAU.

CARAMINI (M.). — **Esperienze di lotta contra gli insetti dei granai con trichloroacetonitrile** (Tritox) (Essais de lutte contre les insectes des grains au moyen du nitrile trichloracétique). *Redia*, 28, 130-137, 1947 ; *in* : *Rev. appl. entom.*, 36, p. 38, 1948.

Un entrepôt contenant du Blé en vrac, contaminé par *Calandra granaria* et *Sitotroga cerealella*, a été traité par le nitrile trichloracétique à la dose de 40 g par m³. Le liquide est versé dans des bassines qu'on place au sommet des tas de Blé. Après 72 h., la température étant de 24°, tous les insectes adultes sont tués, mais certaines larves survivent, surtout parmi les *Sitotroga*.

Le produit s'évapore difficilement aux températures inférieures à 20°. Il est sans action sur la germination à la dose de 80 g par m³. M. RAU.

PHYTOPHARMACIE

FOSTER (A.A.). — **Acceleration and retardation of germination of some vegetable seeds resulting from treatments with copper fungicides** (Accélération et retard de la germination de quelques semences de légumes, à la suite des traitements cupriques). *Phytopath.*, 37, 390-398, 1947.

Des graines de légumes ont été traitées par le sulfate de cuivre ou l'oxyde cuivreux, en vue de lutter contre la Fonte des semis. La germination a été retardée pour les plantes suivantes : Choux, Concombres, Pois ; elle a été accélérée pour les Betteraves, les Épinards, les Aubergines et les Piments.

Le test au nitroprussiate montre que les graines altérées par le cuivre contiennent des groupes sulfhydryles et que les autres n'en contiennent pas. On pense que les produits cupriques pénètrent dans les semences et y détruisent les fonctions —SH. En effet, chez les pois traités au cuivre, le trempage dans une solution de cystéine rétablit la faculté germinative. L'oxyde cuivreux diminue la respiration du Pois, mais pas celle de l'Epinard ; il provoque également une diminution du poids de l'embryon, chez le Pois, en boîte de Petri. M. RAU.

GRAHAM (T.W.), CLAYTON (E.E.), GAINES (J.G.), SMITH (T.E.) et TODD (F.A.). — **Organic compounds for control of tobacco blue mold** (Composés organiques contre le Mildiou du Tabac). *Phytopath.*, 37, 125-138, 1947.

Plus de 250 produits organiques ont été essayés en serre et sous châssis, contre *Peronospora tabacina*, en Caroline du Sud. Les composés les plus actifs sont : le subsalicylate de bismuth, le salicylate de benzyle, le salicylate d'acétyle, la salicylamide, l'acide salicylique et le salicylate de sodium. Certains dérivés de l'acide benzoïque se sont montrés fongicides. Le mélange de salicylate de zinc avec les thiocarbamates ou les quinones est plus actif qu'aucun produit employé seul. Ces mélanges ont une action persistante, ainsi que le subsalicylate de bismuth. Ce composé donne de bons résultats en poudrage ; il en est de même du diméthyldithiocarbamate ferrique ; les doses doivent être fortes : 100 g au m². M. RAU.

MAC GOWAN (J.C.), BRIAN (P.W.) et HEMMING (H.G.). — **The fungistatic activity of ethylenic and acetylenic compounds. I.** *The effect of the affinity of the substituents for electrons upon the biological activity of ethylenic compounds* (Activité fongistatique des dérivés éthyléniques et acétyléniques. I. Action sur le pouvoir fongistatique de l'affinité des substituants pour les électrons). *Ann. appl. biol.*, 35, 25-36, 1948.

L'essai sur trois champignons de plus de 80 composés éthyléniques et acétyléniques suggère l'hypothèse que l'activité biologique est d'autant plus grande que les éléments substitués ont une plus forte tendance à extraire les électrons de la double liaison éthylénique. Les principaux exemples cités sont les nitroéthylènes et les fumarates. L'hypothèse envisagée ne paraît cependant pas suffisante dans le cas du tétraiodoéthylène. M. RAU.

GROVE (J.F.). — **The fungistatic activity of ethylenic and acetylenic compounds. II.** *Ester of halogenofumaric acids and acetylene-dicarboxylic acids* (Activité fongistatique des dérivés éthyléniques et acétyléniques. II. Esters des acides halogénofumariques et acétylène-dicarboniques). *Ann. appl. biol.*, 35, 37-44, 1948.

Les dérivés des acides halogénofumariques, des acides acétylène-dicarboniques et d'acides voisins comprennent beaucoup de composés fongistatiques. Parmi les fumarates de dialcoyle substitués, l'activité diminue dans l'ordre suivant des substituants : SCN > Br > Cl. Dans la série des esters bromofumariques, l'activité diminue comme suit selon les fonctions alcoyles : $CH^3 > C^2H^5 > N.C^4H^9 > (C^2H^5)^2.N.CH^2CH^3$. M. RAU.

MEULI (L.J.), THIEGS (B.J.) et LYNN (G.E.). — **The zinc salt of 2-4-5-trichlorophenol as a seed fungicide** (Emploi du 2-4-5-trichlorophénate de zinc comme fongicide des semences). *Phytopath.*, 37, 474-480, 1947.

Ce sel s'est montré très actif pour la désinfection fongique des semences et supérieur aux autres composés phénoliques essayés. Les doses d'emploi qui paraissent les meilleures correspondent à une poudre contenant 30 à 50 p. cent de matière active appliquée à raison de 200 à 400 g par quintal de grain. Dans les cas de Fonte des semis, le produit réduit l'infection due à *Colletotrichum gossypii*, par traitement de la graine naturellement infectée. M. RAU.

STARK (F.L.) et LEAR (B.). — **Miscellaneous greenhouse tests with various soil fumigants for the control of fungicides and nematodes** (Essais en serre avec divers fumigants du sol, contre les Champignons et les Nématodes). *Phytopath.*, 37, 698-711, 1947.

Les essais ont comporté des traitements gazeux de sols dans lesquels étaient cultivés des Pois. Le produit le plus fongicide a été la chloropicrine ; se sont classés ensuite : le D.D., le bromure de méthyle dissous dans le xylène, le formol. Les produits suivants sont peu actifs : sulfure de carbone, tétrachloréthane, dichloréthane, dibrométhane, xylène, toluène.

Contre les Nématodes, l'ordre d'activité décroissante est le suivant : dibrométhane, D.D., bromure de méthyle en solution, chloropicrine. Le bromure de méthyle et le D.D. pénètrent mieux que la chloropicrine dans les galles où se trouvent les Nématodes.

Les concentrations maximums de gaz dans le sol sont atteintes au niveau où le produit est injecté. Avec la chloropicrine, la surface du sol est moins fortement traitée que les niveaux inférieurs ; avec le bromure de méthyle, c'est le contraire. M. RAU.

HEWLETT (P.S.). — **Physical factors affecting the toxicity of sprays to stored product insects.** I. *The quantity of carrier in wich a given amount of active ingredient is applied* (Facteurs physiques qui agissent sur la toxicité des pulvérisations envers les insectes des marchandises entreposées. I. Quantité de diluant dans laquelle une quantité donnée de matière active est appliquée). *Ann. appl. biol.*, 35, 84-85, 1948.

Le problème suivant est discuté avec l'aide des mathématiques : un insecticide est-il plus efficace sous une forme diluée ou sous une forme concentrée, à quantité égale de matière active utilisée ? La réponse est que la concentration optimum d'un insecticide est déterminée par plusieurs facteurs, en particulier : la nature du produit, la quantité de matière active mise en œuvre, le mode d'application. Ces conclusions ont été confirmées expérimentalement : lorsqu'on traite le *Tribolium castaneum* par une pulvérisation de pyréthrines dans une huile de pétrole, on trouve qu'une quantité déterminée de matière active est plus toxique en solution concentrée qu'en solution diluée. M. RAU.

DRESDEN (D.) et KRIJGSMAN (B.J.), — **Experiments on the physiological action of contact insecticides** (Expériences sur l'action physiologique des insecticides de contact). *Bull. entom. res.*, 38, 575-578, 1948.

Il semble établi que la différence de toxicité du D.D.T. et de l'H.C.H. envers les insectes et les animaux supérieurs est due à la plus ou moins grande rapidité de pénétration des produits à travers les téguments. Il en est de même pour la roténone. En effet, pour les 3 insecticides appliqués à l'extérieur des organismes, les doses léthales médianes sont beaucoup plus élevées (parfois infiniment plus) dans le cas des vertébrés que dans celui des insectes ; par contre, en injection dans les organismes, les différences d'action toxique sont faibles. La roténone est même plus active pour les vertébrés en injection. Il existe des composés qui se comportent à l'inverse des insecticides ; par exemple, la strychnine, en injection, à une D.L.M. de 0,2 à 10 pour les vertébrés, et de l'ordre de 500 pour les insectes.

La D.L.M. de l'isomère γ de l'H.C.H. est, pour la Blatte *Periplaneta americana*, de 17 mg par kg ; les autres isomères sont très peu toxiques. Les Auteurs ne pensent pas que l'action de l'H.C.H. γ soit due à une compétition avec le mésoinositol. En effet, si l'on ajoute à l'isomère γ, au moment de l'injection, une quantité égale ou double de mésoinositol, la mortalité des Blattes est la même que si l'on injecte le γ seul. M. RAU.

WINTERINGHAM (F.P.W.) et HARRISON (A.). — **The sorption of methyl bromide by wheat** (Absorption du bromure de méthyle par le Blé). *J. soc. chem. ind.*, 65, 140-149, 1946 ; *in* : *Rev. appl. entom.*, 36, p. 39, 1948.

Les Auteurs ont étudié l'absorption du bromure de méthyle par le Ble, le Blé broyé, l'amidon et la gluténine du Blé. Une étude mathématique a été tentée, afin de faire la distinction entre l'absorption physique du $BrCH^3$ et sa combinaison chimique avec les constituants du Blé, en particulier la gluténine.

L'influence de l'humidité et de la température sur le phénomène a été considérée. Le gaz ne semble pas se décomposer par hydrolyse. Il apparaît que les protéines (gluténine) sont les principaux facteurs de l'absorption du bromure de méthyle par le Blé. Des équations ont été établies pour calculer l'absorption théorique du gaz par le Blé entier et le temps nécessaire à la décomposition chimique du produit fixé physiquement. M. RAU.

STOKER (Rosemary I.). — **The phototoxicity of D.D.T. and of benzene hexachloride** (Phytotoxicité du D.D.T. et de l'H.C.H.). *Ann. appl. biol.*, 35, 110-132, 1948.

Les pulvérisations de D.D.T. sont sans action appréciable sur la maturation des Tomates et des Choux. Un produit commercial a causé des dégâts aux Concombres. Les pulvérisations d'H.C.H. sont sans action sur le rendement et le goût des Tomates ; à concentration supérieure à la normale, elles causent des dégâts aux jeunes plants de Radis, Navets, Epinards, Betteraves, Choux et Rutabagas, exceptionnellement au feuillage jeune de la Pomme de terre. Les Pommes et les Prunes traitées à l'H.C.H. présentent une odeur après cuisson. M. RAU.

WAY (M.J.) et SYNGE (A.D.). — **The effect of D.D.T. and benzene hexachloride on bees** (Effet du D.D.T. et de l'H.C.H. sur les Abeilles). *Ann. appl. biol.*, 35, 94-109, 1948.

La toxicité de l'H.C.H. envers les Abeilles a été étudiée par des essais de laboratoire et de plein air.

H.C.H. — Au laboratoire, c'est un poison de contact et d'ingestion puissant. Les essais de plein champ avec des spécialités commerciales montrent le danger qui existe pour les butineuses : un contact de quelques minutes avec les surfaces traitées est suffisant pour les tuer. Les champs traités restent dangereux pendant au moins 3 jours.

D.D.T. — Son action de contact se manifeste au laboratoire à concentration assez élevée ; par voie alimentaire, il est un peu plus toxique que l'arséniate de plomb. En plein champ, les spécialités commerciales appliquées sur les fleurs ouvertes ne paraissent pas dangereuses pour les butineuses. M. RAU.

BRENCHLEY (W.E.). — **The toxic action of molybdenum in relation to soils and crops** (Action toxique du molybdène en rapport avec les sols et les cultures). *Ann. appl. biol.*, 35, 139-160, 1948.

L'action phytotoxique du molybdène varie beaucoup suivant les sols. Les Tomates sont peu sensibles en terre de limon, très sensibles en terre sableuse. Le Lin et *Solanum nodiflorum* subissent des dommages, même à faible dose. L'addition de tourbe au sol diminue en général la toxicité du molybdène pour les plantes. M. RAU.

THOMAS (D.C.). — **The use of metaldehyde against slugs** (L'emploi du métaldéhyde contre les Limaces). *Ann. appl. biol.*, 35, 207-227, 1948.

Cet article est intéressant, non seulement par les résultats qu'il apporte, mais par les techniques qu'il décrit pour l'expérimentation sur les Limaces. Les essais confirment que le métaldéhyde possède peu de pouvoir attractif par lui-même, beaucoup moins que le son. Les mélanges contenant au moins 1 partie en volume de matière active pour 30 parties de son donnent plus de 80 p. cent de mortalité chez les Limaces des genres *Milax gracilis*, *Agriolimax reticulatus* et *Arion hortensis*. Au-dessous de la concentration indiquée, qui correspond à un optimum au point de vue économique, la mortalité tombe à 50-60 p. cent.

La distance maxima à laquelle doivent être placés les appâts est de 2 m ou de 3 m suivant les espèces. Si l'on ajoute à l'appât classique, son + métaldéhyde, 10 p. cent en volume de sang desséché, on augmente le nombre des Limaces attirées, mais non le pourcentage de mortalité. Si on ajoute 10 p. cent de glucose, le nombre des Limaces attirées ne varie pas, mais le pourcentage de mortalité s'accroît. Une formule avantageuse consiste à préparer des biscuits avec le son, le métaldéhyde et une colle à la caséine, et à les utiliser comme appâts, après les avoir concassés. Ces appâts ont une durée d'action plus grande. Les insecticides au D.D.T. et au pyrèthre, même additionnés de son, sont trop répulsifs pour intoxiquer les Limaces. M. RAU.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS. — 5460-11-50. — DÉPÔT LÉGAL N° 665. — 2e TRIM. 1950.
Le Gérant : FRANÇOIS DUNOD. — DÉPÔT LÉGAL N° 2172. — 2e TRIMESTRE 1950.

ÉTUDES EMBRYOLOGIQUES SUR L'ŒUF DE CHEIMATOBIE

OPEROPHTERA BRUMATA L., LÉPIDOPTÈRE *GEOMETRIDAE*

ACTION DE LA TEMPÉRATURE SUR L'EMBRYOGENÈSE ET ACTION DU DINITROCRÉSYLATE DE SODIUM SUR QUELQUES STADES EMBRYONNAIRES

PAR

Robert GAUMONT

Contractuel scientifique à la Station Centrale de Zoologie agricole.

SOMMAIRE

Introduction.

1re *partie.* — **Etude de l'embryogenèse à différentes températures.**

I. — **Technique.**

II. — **Caractères du développement embryonnaire de la Cheimatobie.**

1° Formation de la bandelette embryonnaire ;
2° Formation de l'embryon proprement dit ;
3° Evolution des principaux organes ;
4° Retournement.

III. — **Action de la température.**

1° Action de la température sur la durée d'incubation ;
2° Développement de l'œuf à la température optimum (+ 16°) ;
3° Action de la température de + 2°.

2e *partie.* — **Action du Dinitrocrésylate de sodium sur quelques stades embryonnaires.**

I. — **Processus expérimental.**

II. — **Résultats.**

1° Evolution générale de la sensibilité ;
2° Action du DNC avant le changement de couleur de l'œuf.

Conclusions.

INTRODUCTION

Les études qui suivent ont porté sur le stade embryonnaire de la Cheimatobie ou » Phalène hiémale « (*Operophtera brumata*. Lépidoptère *Geometridae*) dont les chenilles commettent au printemps d'importants dégâts sur les arbres fruitiers.

Les adultes, issus de nymphes qui ont passé tout l'été à l'état de diapause, apparaissent dans la région parisienne au cours des mois de novembre et décembre. Après l'accouplement, les femelles déposent leurs œufs dans les anfractuosités des écorces, de préférence à l'extrémité des branches. La ponte peut avoir lieu en une seule fois ou s'échelonner sur plusieurs jours.

L'œuf de forme subellipsoïdale a une longueur qui varie entre 0 mm 58 et 0 mm 66, et une largeur comprise entre 0 mm 34 et 0 mm 40. Le chorion incolore et transparent est orné d'une fine réticulation hexagonale correspondant à l'empreinte des cellules épithéliales de la gaine ovarique de la femelle. Au pôle antérieur de l'œuf (légèrement aplati), ces champs hexagonaux convergent en une rosette plus ou moins régulière de symétrie 4, 5 ou 6 au centre de laquelle se trouve le micropyle (voir *fig.* 1). Cette structure micropylaire de l'œuf de la Cheimatobie est comparable à celle d'autres Lépidoptères tels que, par exemple, les Saturnides (*Attacus Pernyi*) étudiés par Henneguy, ou les Sphingides étudiés par Korschelt, à cette différence près que chez ces dernières familles, le micropyle est entouré d'un nombre de champs hexagonaux beaucoup plus élevé que dans le cas de la Cheimatobie.

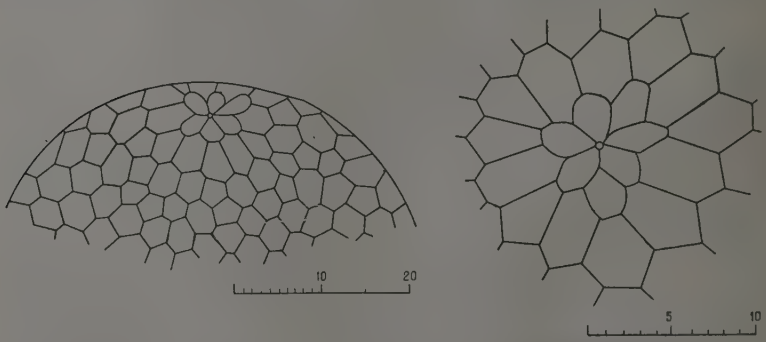


Fig 1. — Aspect du chorion de l'œuf de Cheimatobie dans la région micropilaire.

Immédiatement après la ponte, l'œuf est de couleur vert pâle. Bientôt il passe au beige puis au rouge, couleur qu'il gardera tout l'hiver jusqu'au moment où la jeune chenille, entièrement formée, est visible dans l'œuf.

Dans les conditions naturelles, l'éclosion a lieu au début du printemps juste au moment du débourrement des arbres.

Nous nous sommes proposés de suivre l'évolution embryonnaire de l'œuf placé dans certaines conditions physiques définies dans le but :

1° D'apporter des précisions sur la nature du repos hivernal de l'embryon de Cheimatobie et sur les conditions d'homogénéité des éclosions ;

2° De rechercher la sensibilité à l'action d'un toxique de quelques stades embryonnaires histologiquement caractérisés. Le dinitrocrésylate de sodium, ou D.N.C., a été choisi pour ces essais en raison de son emploi fréquent dans les traitements d'hiver des arbres fruitiers.

Je tiens à remercier les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail et notamment M. Grison, qui m'en a proposé le thème général, Mlle Chancogne qui m'a initié aux techniques des essais ovicides et a mis son matériel à ma disposition, M. Angelini qui a opéré la récolte des œufs et m'a communiqué ses observations faites dans la nature.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DE L'EMBRYOGENÈSE A DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES

I. — Technique.

L'œuf de la Cheimatobie est parfaitement opaque et l'étude de l'embryon *in toto* est difficile et peu satisfaisante. La technique d'éclaircissement au brome elle-même qu'A. Tonon emploie pour les œufs de *Bombyx mori* n'a donné aucun résultat valable.

La définition des stades embryonnaires en vue d'une expérimentation précise a été obtenue par la méthode des coupes histologiques.

Les œufs sont fixés au bouin alcoolique (mélange de Dubosc-Brasil) pendant 12 h au moins. Après ce traitement l'œuf est plus ou moins rétracté à l'intérieur de son chorion qu'il faut alors éliminer. Cette opération qui constitue la partie la plus délicate et la plus importante du travail est pratiquée à l'aide de deux aiguilles fines qu'il faut introduire entre le chorion et la membrane vitelline de préférence à l'une ou l'autre des extrémités de l'œuf pour éviter la dissociation des tissus.

Pour obtenir une bonne fixation, il est préférable de laisser encore quelques heures dans le liquide fixateur l'œuf débarrassé de son chorion avant de le déshydrater.

L'inclusion est faite directement dans la paraffine dans des microbarres de Leuckart en matière plastique transparente spécialement fabriquées à cet effet.

Les coupes longitudinales, de beaucoup les plus délicates, exigent la double inclusion à la gélose et à la paraffine. Il faut d'ailleurs remarquer que pour les études courantes les coupes transversales suffisent le plus souvent.

Les coupes sont colorées à l'Hemalun Eosine ou à l'Hemalun acide de Masson seul ; ce dernier, employé seul ne colore pas les globules vitellins et par suite offre quelques désavantages pour la photographie.

II. — Caractères du développement embryonnaire de la Cheimatobie.

L'étude qui va suivre ne prétend pas apporter d'éléments nouveaux à l'embryologie descriptive des Lépidoptères qui a été étudiée depuis fort longtemps. Son but est la détermination de stades repères qui facilitent grandement le travail biologique. Mais avant de donner une définition sommaire de chacun des stades choisis, il importe de caractériser dans ses grandes lignes l'évolution générale de l'embryon.

1° Formation de la bandelette embryonnaire. — Au moment où l'œuf perd sa couleur verte pour virer au beige, les coupes révèlent dans les parties périphériques de l'œuf une intense activité mitotique chez les noyaux de clivage qui participent à l'édification du blastoderme et de la bandelette embryonnaire.

Pendant le changement de couleur de l'œuf, cette bandelette embryonnaire est le siège de deux phénomènes importants de l'embryogenèse : la formation des annexes embryonnaires et la différenciation de l'entomésoderme.

a) *Formation des annexes embryonnaires.* — Chez la Cheimatobie, les phénomènes sont comparables à ceux que JOHANSEN décrit chez

FIG. 2. — Coupe transversale de la bandelette embryonnaire au moment de la gastrulation dans la partie abdominale de l'embryon.

Diacrisia : la séreuse recouvre la bandelette embryonnaire avant que se manifeste la moindre trace de l'amnios ; JOHANSEN indique que l'accroissement de la séreuse s'accomplit par amincissement et par extension des membranes sans qu'il y ait prolifération cellulaire. Mais chez la Cheimatobie, l'embryon est déjà enfoncé dans le vitellus lorsque débute (dans les parties antérieure et postérieure) la formation de l'amnios. Les bords latéraux de la bandelette se replient sous sa partie ventrale et vont à la rencontre l'un de l'autre ; les cellules s'amincissent et délimitent entre elles et l'embryon la cavité amniotique. A la fin

du changement de couleur, l'amnios couvre toute la face ventrale de l'embryon. Il convient de remarquer que, chez l'œuf de *Bombyx mori*, le changement de couleur dû à la pigmentation de la séreuse, correspond au même moment de l'embryogenèse. Notons tout de suite que, comme chez les autres Lépidoptères, la cavité amniotique persiste jusqu'à la disparition du vitellus ; elle grandit au fur et à mesure de la croissance de l'embryon qu'elle finit par envelopper presque complètement (*fig.* 11).

b) *Différenciation de l'entomésoderme.* — Il semble, que chez la Cheimatobie, la gastrulation commence au cours de la formation de l'amnios. Les cellules entomésodermiques s'enfoncent dans le vitellus et s'étalent sur la partie dorsale de la bandelette embryonnaire. Leur migration se traduit par la présence d'une gouttière fugitive qui a été figurée sur la *figure* 2.

2° **Formation de l'embryon proprement dit.** — Au cours de l'édification de l'amnios, la bandelette germinative qui s'enfonce dans le vitellus se replie sur elle-même à chacune de ses extrêmités ; celles-ci se rapprochent enfin de façon à former un anneau presque complet ; à la partie antérieure, deux expansions latérales annoncent les lobes céphaliques ; ceux-ci vont bientôt s'individualiser tandis que l'embryon accroît considérablement sa taille (*fig.* 7 et St III, *fig.* 5) ; le sillon qui les sépare se prolonge sur toute la longueur de la face ventrale de l'embryon et isole les deux crêtes neurales. C'est à ce moment qu'apparaît la segmentation des somites.

Les appendices céphaliques apparaissent sous forme de bourgeons, puis les invaginations proctodéales et stomodéales s'amorcent. Les ébauches des intestins antérieur et postérieur sont nettement individualisées quand les appendices thoraciques sont visibles (St IV, *fig.* 5).

3° **Evolution des principaux organes.** — Ainsi au moment de l'apparition des appendices, les coupes permettent de localiser les ébauches des organes essentiels de la future chenille. Nous allons étudier maintenant séparément l'évolution de chacun d'eux. Notons que ce sont les dérivés ectodermiques qui ont été suivis avec le plus de précision.

A. — Evolution de l'ectoderme pleural et dorsal provisoire. Les appendices sont apparus sur les côtés de l'embryon, c'est-à-dire qu'à ce moment l'ectoderme ventral était seul présent. Bientôt l'ectoderme pleural s'édifie ; il est épais et formé de cellules hautes et aplaties serrées les unes contre les autres.

Puis d'arrière en avant, les bords du repli amniotique vont se reporter vers la partie dorsale de l'embryon ; leur jonction va déterminer chez l'embryon, la formation d'un ectoderme dorsal provisoire et isoler dans une cavité amniotique entièrement close l'abdomen de la future chenille qui n'est plus reliée au vitellus que par un mince pédicule situé en arrière du cerveau au niveau du thorax (voir *fig.* 9 et St V,

fig. 5). L'ectoderme dorsal provisoire édifié à partir des cellules de l'amnios aura donc une structure histologique fondamentalement différente de celle de l'ectoderme ventral ou pleural. Il est formé d'une couche de cellules minces et étalées qui ne se différencient en rien des cellules amniotiques (c'est cette formation que JOHANSEN a appelé » amnios interne »).

Les trachées se forment par invagination de l'ectoderme pleural. Les premières précèdent l'édification de l'ectoderme dorsal provisoire, mais je n'ai pas suivi leur ordre d'apparition. Elles sont déjà visibles dans la partie abdominale de la chenille représentée sur la *figure* 9,

B. — Evolution du tube digestif : le *proctodeum* apparaît comme une simple invagination de l'ectoderme embryonnaire sans différenciation particulière. C'est au fond de cette cavité que prennent naissance les tubes de Malpighi dont j'ai pu déceler les premières ébauches peu après l'apparition des appendices ; à ce moment ils sont représentés par deux petites cryptes placées au fond de l'invagination proctodéale de chaque côté du plan de symétrie du corps. Au cours de l'édification de l'ectoderme pleural, chaque ébauche se ramifie en trois canaux secondaires qui partent de la base du tronc principal.

Le *stomodeum* a une structure fondamentalement différente de celle du proctodeum. Le fond est formé par une assise unique de cellules aplaties qui s'étalent sous forme d'une calotte sphérique sur les bords retroussés du manchon. Ce dernier est composé de cellules hautes et aplaties, comparables à celles du proctodeum.

Notons que les positions relatives du proctodeum et du stomodeum varient au cours de l'embryogénèse ; les schémas de la *figure* 5 en rendent compte en même temps que des mouvements du corps dans le vitellus.

Le *mésenteron* qui relie les ébauches antérieures et postérieures du tube digestif est construit à partir d'ébauches endodermiques logées dans le voisinage des invaginations stomodéales et proctodéales. Mais tandis que les migrations des cellules endodermiques sont nettement visibles au voisinage du stomodeum, je n'ai pu les apercevoir dans la partie proctodéale.

Au moment de la formation de l'ectoderme dorsal provisoire, le mésenteron a la forme d'une gouttière dont le plancher couvre la chaîne nerveuse. Toute la partie dorsale comprise entre la gouttière mésentérique et l'ectoderme dorsal provisoire est alors bourrée de vitellus comme le montre la *figure* 9.

C. — Evolution des éléments nerveux : au moment de l'apparition des appendices, deux massifs de cellules larges et arrondies, les crêtes neurales, qui s'étendent sur la face ventrale de l'embryon représentent les neuroblastes. C'est à partir de ces éléments que la chaîne nerveuse va s'édifier.

La photographie n° 9, montre une coupe pratiquée pendant la formation de l'ectoderme dorsal provisoire. On voit qu'à ce moment le tissu nerveux a déjà acquis sa structure histologique définitive et

aussi bien dans le cerveau que dans les ganglions abdominaux le cortex cellulaire se distingue aisément du neuropile central.

4° Retournement. — Tandis que l'ectoderme dorsal provisoire est progressivement remplacé par l'ectoderme définitif, la gouttière mésentérique se referme sur elle-même et le vaisseau dorsal s'édifie. C'est à ce moment que la chenille presque entièrement individualisée va effectuer dans le vitellus un mouvement qui amène l'abdomen sous la partie ventrale du thorax dans la position figurée sur le schéma St VI, *fig.* 5. Notons qu'à ce moment la chenille est encore reliée au vitellus par un pédicule situé dans la partie dorsale du thorax comme le montre la coupe (photo 11) pratiquée au niveau de la deuxième paire de pattes et du sixième segment abdominal (le seul muni de fausses pattes chez les géométrides).

La photo n° 10 montre une coupe pratiquée à ce stade au niveau du cerveau et de la dernière paire de fausses pattes.

III. — Action de la température.

1° Action de la température sur la durée d'incubation. — La vitesse du développement (tel qu'il vient d'être décrit) est variable suivant la température. Des essais portant sur des groupes d'œufs placés aussitôt après la ponte et maintenus jusqu'à l'éclosion dans des étuves à des températures constantes comprises entre + 20° C et + 2° C ont permis d'établir le tableau suivant :

TABLEAU I

Durée d'incubation des œufs en fonction de la température.

Températures	Dates limites d'éclosion	Temps moyens d'incubation	Mortalité
20°	du 35e au 37e jour	36 jours	77 p. cent
18°	38e 57e —	47 —	55 —
16°	45e 62e —	53 —	20 —
12°	59e 72e —	66 —	50 —
10°	57e 87e —	70 —	20 —
8°	87e 100e —	93 —	40 —
2°		276 —	100 —

Il me paraît difficile de représenter graphiquement les relations entre la température et la vitesse du développement en raison de l'hétérogénéité des éclosions. Mais il est néanmoins possible de définir une température optimum de développement. J'entends par température optimum, celle qui favorise le développement le plus rapide avec la mortalité la plus faible. D'après le tableau précédent, cette température se situe vers + 16° C et ce résultat confirme les données généralement admises. En effet GRISON et SYLVESTRE de SACY situent vers + 15° l'optimum de développement de l'œuf de Cheimatobie mais les temps d'incubation par eux obtenus sont notablement plus courts que ceux portés sur le tableau précédent surtout aux températures les plus

élevées. Peut-être les différences d'humidité relative du milieu (bien supérieure dans les expériences de GRISON) permettraient-elles d'expliquer les divergences des résultats.

WIESMANN de son côté, sans citer de durée d'incubation, remarque l'adaptation de l'œuf de Cheimatobie à des températures anormalement basses puisque chez la plupart des autres insectes le « seuil de développement » est situé vers + 8° à + 10° C. BRAUN dans la Vallée de l'Elbe a noté que les œufs de Cheimatobie résistaient à des températures de — 21° C.

Je me suis efforcé de définir la durée relative de quelques stades embryonnaires chez les œufs placés à la température optimum (température à laquelle ont été effectués les essais toxicologiques) et j'ai essayé de caractériser l'action des basses températures en étudiant la durée relative de ces mêmes stades chez les œufs placés à la température de + 2° C.

2° Développement embryonnaire de l'œuf de Cheimatobie à sa température optimum. — A la température de + 16° C et en atmosphère relativement sèche la durée des stades schématisés sur la *figure* 6 peut être résumée dans le tableau suivant.

TABLEAU II

Durée des stades à la température optimum de développement (+ 16° C)

Désignation	Caractère	Jour du stade
Stade I. — *Formation du Blastoderme*	Perte de la couleur verte de l'œuf qui devient beige.	3e jour
Stade II. — *Bandelette embryonnaire*	Fin du changement de couleur (l'œuf devient rouge) gastrulation et soulèvement de l'amnios.	5 à 6e jour
Stade III. — *Lobes céphaliques*.	Segmentation. Apparition de la gouttière neurale. Premiers bourgeons appendiculaires céphaliques.	15e jour
Stade IV. — *Appendices thoraciques ; ectoderme pleural*	Invaginations proctodéales et stomodéales. Début des ébauches des tubes de Malpighi. Différenciation des neuroblastes.	22e jour
Stade V. — *Edification de l'ectoderme dorsal provisoire*	Le mésenteron a la forme d'une gouttière. Le tissu nerveux a atteint une structure définitive.	27e jour
Stade VI. — *Retournement*	Fermeture de la gouttière mésentérique. Edification du vaisseau dorsal.	32e jour
Stade VII. — *Embryon visible dans l'œuf par transparence à travers le chorion.*		à partir du 48e jour
Stade VIII. — *Eclosion* (1)		vers le 58e jour

(1) Juste avant l'éclosion, l'œuf présente une couleur noir métallique caractéristique.

La lecture de ce tableau montre que le développement embryonnaire de la Cheimatobie ne comporte pas de diapause vraie ; même dans les conditions optimales, la vie embryonnaire est longue mais ne subit pas d'arrêt obligatoire à un stade quelconque de son développement.

3° Action de la température de + 2° C. — L'hibernation de la Cheimatobie a déjà été étudiée par WIESMANN qui dit à ce sujet « dans les conditions naturelles, on trouve... fin octobre, début novembre, dans l'œuf de la Cheimatobie une bandelette embryonnaire segmentée sur laquelle la bouche et les ébauches des pattes sont nettement visibles. C'est à ce stade que l'œuf peut hiverner ».

Mais il reconnaît que cette période de repos peut être abrégée au cours d'un hiver doux. Néanmoins, il imagine un stade obligatoire de repos très bref (le stade IV), parfois difficilement décelable qui peut être prolongé plus ou moins longtemps sous l'action de basses températures ; et les termes de « Ueberwinterungs-oder-Ruhestadium » qu'il emploie volontiers laissent supposer un arrêt total de toute évolution morphologique de l'embryogenèse.

Après avoir suivi pendant neuf mois (du 17 novembre 1948 au 21 août 1949) des œufs de Cheimatobie maintenus à la température constante de + 1 à + 2° C je suis en mesure d'apporter quelques précisions sur l'action des basses températures et de compléter ainsi les indications de WIESMANN qui a fait toutes ses observations dans la nature.

A la température de + 1 à + 2° C, les œufs de Cheimatobie poursuivent un développement continu mais extrêmement ralenti.

Son caractère est le suivant pour les œufs prélevés au hasard dans le lot étudié et sans tenir compte de l'amplitude des variations individuelles :

— Vers le 23e jour après la ponte, la plupart des œufs changent de couleur, mais bien que ce virage soit assez échelonné, j'ai pu vérifier que le 27e jour, le stade II était notablement dépassé chez tous les œufs d'un échantillon.

— Le 43e jour l'embryon atteint le stade III.

— Le 65e jour, l'embryon a quelque peu dépassé le début du stade IV puisque l'ectoderme pleural est déjà présent (*fig.* 8).

— Le 84e jour, l'embryon a fort peu évolué, néanmoins la paroi des lobes céphaliques s'est épaissie et le 118e jour les neuroblastes cervicaux sont devenus plus denses, mais ils ne sont pas encore différenciés et l'ectoderme dorsal provisoire n'est encore visible que dans la partie postérieure de l'abdomen. Le stade V ne sera atteint que vers le 144e j.

— Le 222e jour, l'embryon atteint sensiblement le stade VI.

— La jeune chenille devient visible dans l'œuf par transparence à partir du 256e jour (St VII).

— Vers le 276e jour, l'œuf prend la couleur noir métallique qui précède ordinairement l'éclosion ; mais celle-ci n'a pas été obtenue dans cette expérience.

Comparaison des développements à + 2° et + 16° C. — Les stades embryonnaires précédemment définis ne sont que des points de repère arbitrairement choisis et destinés à « jalonner » le développement de l'œuf ; ils délimitent des « interstades » ou « phases ». La durée d'une « phase » sera définie comme le temps nécessaire à l'œuf pour passer d'une stade au suivant. Par exemple, la durée de la phase 6 à + 2° C sera égale au temps que l'œuf met pour passer du stade V (atteint le 144e jour) au stade VI (atteint le 222e jour) c'est-à-dire 78 jours.

La comparaison de la durée de chacune de ces phases (ou sommes de phases dans certains cas mal définis) à + 16° et + 2° C fait ressortir une action très inégale du froid sur les différents moments de l'embryogenèse.

Pour exprimer numériquement l'action de la température sur les différents stades embryonnaires (définis et étudiés par O. Hertwig) de *Rana fusca* et *Raba temporaria*, Cohen a calculé les vitesses de développement de ces stades à différentes températures en posant comme principe que la vitesse de développement est inversement proportionnelle au temps nécessaire pour parvenir à ce stade, la vitesse à la plus basse température étant prise comme unité. L'application de ce principe sur *Rana fusca* a donné des chiffres sensiblement identiques pour chacun des différents stades. Le même calcul $V^{16°} = \frac{t^{2°}}{t^{16°}}$ fait sur les œufs de Cheimatobie a donné des chiffres très différents pour chacune des « phases » considérées, comme le montre le tableau suivant :

Tableau III

Vitesse du développement de quelques stades embryonnaires.

Températures	Phases 1-2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6	Phase 7	Phase 8
+ 2° C	23	18	24	79	78	34	20
+ 16° C	6	9	7	5	5	16	5
Vitesse..... $V\,16 = \frac{t\,16°}{t\,2°}$	$\frac{23}{6} = 3,8$	$\frac{18}{9} = 2$	$\frac{24}{7} = 3,4$	$\frac{79}{5} = 15,8$	$\frac{78}{5} = 15,6$	$\frac{34}{16} = 2,1$	$\frac{20}{5} = 4$

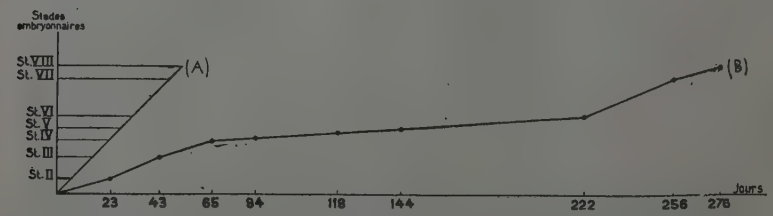


Fig. 3. — Courbes du développement réel de l'embryon de Cheimatobie à + 16° (A) et + 2° C (B).

Mais à mon avis, un tel calcul est peu satisfaisant, car il fait intervenir comme unité de vitesse le développement de l'œuf à une température basse mais arbitrairement choisie. Il me paraît préférable pour de telles études de choisir le développement à la température optimum comme unité de base. En portant sur un graphique en abscisses les jours et en ordonnées les stades embryonnaires choisis de telle sorte que le développement à la température optimum soit représenté par une droite inclinée à 45° on obtient pour le développement à + 2° C la courbe du graphique de la *fig.* 3 qui rend compte du ralentissement général du développement à cette température et dont l'allure générale laisse soupçonner un bouleversement dans la durée relative de chacune des phases, sans cependant le montrer de façon suggestive. C'est pourquoi il m'a semblé plus rationnel de rapporter la durée de chacune des phases au temps total d'incubation de l'œuf à la température donnée. On obtient ainsi la « durée relative » des phases. Ainsi à + 16° C où la durée d'incubation est de 53 jours, la durée relative de la phase 6 par exemple sera : $d^6 = \frac{5}{53} = 0{,}09$.

Il est bien évident que la somme des durées relatives de toutes les phases est égale à 1 (voir tableau ci-dessous). Si l'on considère, non plus les phases mais les stades, on obtiendra par le même calcul la « position relative » du stade au cours du développement.

Ainsi la position relative du Stade VI à 16° sera : $p^6 = \frac{32}{53} = 0{,}60$.

Le tableau ci-dessous résume la « durée relative » de chacune des phases et la « position relative » de chacun des stades aux températures de + 16° et + 2° C.

TABLEAU IV

Position relative des stades et durée relative des phases embryonnaires à + 16° et + 2° C.

	Ph 1 + 2	St II	Ph 3	St III	Ph 4	St IV	Ph 5	St V	Ph 6	St VI	Ph 7	St VII	Ph 8	St VIII
à + 2° C														
Position relative des stades ..		0,08		0,16		0,23		0,52		0,80		0,92		1
Durée relative des stades ..	0,08		0,08		0,07		0,29		0,28		0,12		0,08	
à + 16° C														
Position relative des phases ..		0,11		0,28		0,41		0,50		0,60		0,90		1
Durée relative des phases .	0,11		0,17		0,13		0,09		0,10		0,30		0,10	

C'est cette notion de « position relative » qui a permis de représenter graphiquement la vitesse relative du développement à + 2° par rapport au développement à la température optimum choisie comme unité.

Le graphique ci-contre a été obtenu en portant en abscisses de 0

à 1 les positions relatives des stades et en ordonnées les stades embryonnaires ; ces stades ont été répartis de façon telle que le développement à 16° soit représenté, arbitrairement, par une ligne droite inclinée à 45°.

La courbe du développement à + 2° C met en lumière de façon suggestive l'action inégale du froid sur les différents moments de l'em-

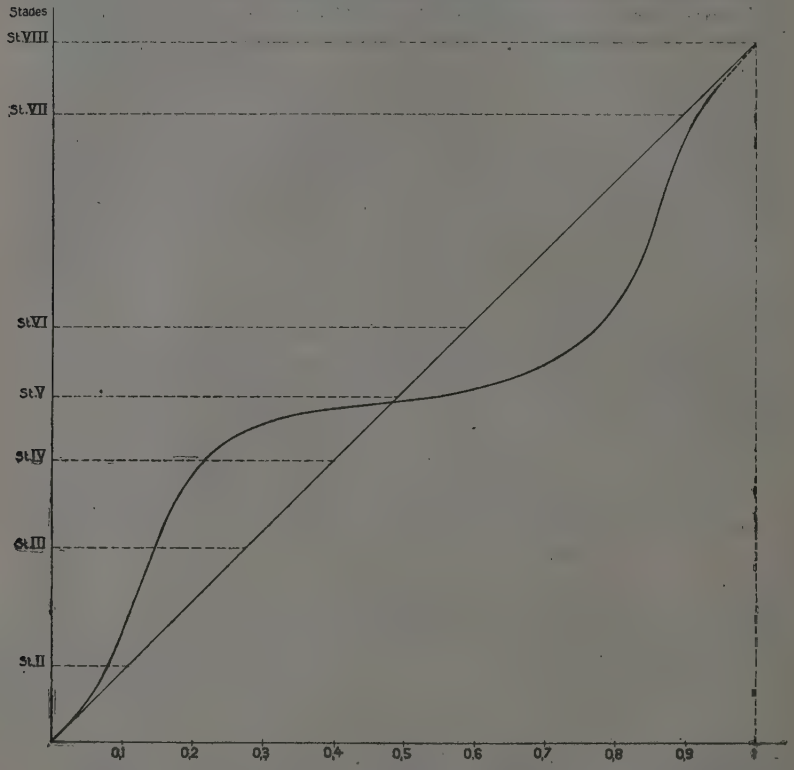


FIG. 4. — Vitesses relatives du développement de l'embryon de Cheimatobie à + 16° (ligne droite) et + 2° C (ligne courbe).

bryogenèse : du stade IV au stade VI, le développement de l'œuf est considérablement ralenti ; il n'est jamais arrêté complètement et cela se traduit sur la courbe par le fait qu'il n'y a pas de palier, mais on peut aisément supposer qu'une température plus basse provoquerait un arrêt du développement, de préférence à ce stade.

En résumé, l'œuf de la Cheimatobie est plus sensible au froid dans la partie moyenne de son développement qu'au début ou à la fin. De ce phénomène on peut logiquement conclure qu'un abaissement de la température au cours de l'incubation peut avoir des conséquences

variées et même contradictoires sur l'échelonnement des éclosions, suivant le moment de l'embryogenèse qui est atteint par le froid (1).

C'est ainsi que peuvent s'expliquer certains résultats obtenus dans la nature.

— Sur un lot de 800 œufs pondus entre le 4 et le 10 novembre 1948, les éclosions ont commencé le 19 février 1949 ; après une période de froid survenue entre le 2 et le 9 mars l'échelonnement des éclosions s'est prolongé jusqu'au 25 mars.

— Un autre lot d'œufs pondus entre le 13 et le 16 novembre a été surpris par ce même abaissement de température peu avant le début de l'éclosion ; celle-ci n'a commencé que le 12 mars mais était terminée le 28 du même mois (2). Dans le premier cas, l'échelonnement des éclosions a été augmenté par le froid.

Dans le second cas, c'est la durée d'incubation qui a été prolongée mais le froid a homogénéisé les éclosions.

L'exemple précédent fait état d'œufs pondus à quelques jours d'intervalle ; mais si l'on songe que la ponte de la Cheimatobie peut s'échelonner sur un mois environ, on peut penser que les variations de température auront une action profondément différente sur les œufs du premier et du dernier jour et l'on peut admettre qu'il sera difficile dans ce cas à l'entomologiste agricole de prévoir de façon certaine la date d'éclosion des jeunes chenilles!

SECONDE PARTIE

ACTION DU DINITROCRESYLATE DE SODIUM (D.N.C.) SUR QUELQUES STADES EMBRYONNAIRES

Pour étudier l'évolution de la sensibilité au dinitrocrésol de l'œuf de Cheimatobie au cours de sa vie embryonnaire, j'ai essayé de déterminer pour quelques stades embryonnaires bien définis la dose léthale médiane (dose nécessaire pour tuer 50 p. cent des œufs). Pour cela chacun des lots d'œufs de même âge a été divisé en parcelles identiques soumises pendant un temps fixe à l'action du toxique préparé à des concentrations variables.

I. — Processus expérimental.

Les œufs provenaient de femelles récoltées dans la nature, fécondées et mises à pondre isolément dans des cagettes placées sous abri mais en plein air. Les pontes se sont échelonnées du 19 au 30 novembre 1948. Les œufs pondus au cours de la nuit étaient portés à l'étuve à + 16° C le lendemain matin.

(1) Dans son étude sur l'embryologie de *Amophila campestris*, qui est parue au cours de la publication de cet article, Baerends (Tijdschrift voor Entomologie, t. 92, p. 53-112) a montré que la température agissait de façon égale sur chacun des stades embryonnaires de cet Hymenoptère. Ce fait confirme le caractère singulier du développement embryonnaire de la Cheimatobie.

(2) Observations communiquées par M. Angelini.

Les stades choisis pour les essais correspondaient aux moments suivants de l'embryogenèse :

— Douzième heure après la ponte ;

— 60e h : début du changement de couleur : formation du blastoderme.

— 6e J (fin du virage) : bandelette embryonnaire ;

— 8e J ;

— 18e J : apparition des appendices ;

— 25e J : édification de l'ectoderme dorsal provisoire ;

— 34e J : peu après le retournement.

Pour chaque stade, les essais ont été réalisés avec 250 œufs pondus à la même date et provenant d'un nombre de femelles aussi restreint que possible. Les œufs étaient répartis en cinq lots de cinquante chacun, placés sur des rondelles de papier filtre et immergés pendant 30 secondes dans des solutions aqueuses de concentrations croissantes (0,06-0,125-0,25-0,5 et 1 p. cent) de dinitrocrésylate de sodium (*p*H 6 environ) préparées à partir de dinitroorthocresol purifié par double cristallisation dans l'alcool.

L'immersion était réalisée à l'aide de l'appareil utilisé au laboratoire de Phytopharmacie.

Après le traitement, les œufs étaient essorés à la trompe à eau pendant 30 s et placés en boîte de Petri sur leur rondelle de papier filtre à l'étuve à + 16° C.

II. — Résultats.

L'observation quotidienne de l'éclosion des jeunes chenilles a permis de déterminer la proportion des embryons tués.

Tableau V

Sensibilité de différents stades embryonnaires à l'action du dinitrocrésylate de sodium.

Concentration en DNC / Stades embryonnaires traités	0,06 p. cent	0,125 p. cent	0,25 p. cent	0,5 p. cent	1 p. cent	Témoins traités à l'eau
12 h. après la ponte...	44	3	0	0	0	
2 jours : Blastoderme	62	24	0	0	0	
6 jours : Bande elles germinatives	75	54	25	0	0	83
8 jours :	25	58	29	0	0	
18 jours : Apparition des appendices	5	11	0	0	0	81
25 jours : Ectoderme dorsal provisoire		81	95	55		90
34 jours : Retournement	20	20	2	0	0	

Dans le tableau ci-contre les chiffres représentent le nombre des éclosions pour 100 œufs et la zone où se situe la dose léthale médiane est soulignée par un double trait.

1° Evolution générale de la sensibilité. — L'étude de ce tableau montre que la dose léthale médiane croît à peu près régulièrement de la douzième heure au vingt-cinquième jour après la ponte (à l'exception de l'irrégularité qui se produit au 18e J et dont il sera fait état plus loin).

Autrement dit, la sensibilité décroît à peu près régulièrement avec l'âge jusqu'à l'édification de l'ectoderme dorsal provisoire puis augmente considérablement après le retournement. Cet accroissement brutal de la sensibilité avant l'éclosion entre dans le cadre de l'action des « ovo-larvicides » décrits par certains auteurs.

Il faut signaler que Tattersfield et Gimingham ont obtenu en Angleterre la destruction complète des œufs d'une Géométride voisine de la Cheimatobie : *Selenaria lunaria*, au moyen d'une solution de 0,2 p. cent de dinitrocrésylate de sodium. D'après Braun, le D.N.C. à 5 p. cent donne d'excellents résultats contre les œufs de Cheimatobie, s'il est employé dans la quinzaine qui précède l'éclosion.

Notons aussi que Speyer a constaté que si la sensibilité aux carbolineums des œufs de *Psylla mali* est la même durant tout l'hiver, celle des œufs de Cheimatobie est beaucoup plus forte dans les 15 J qui précèdent l'éclosion. Enfin Van de Pol et Besemer ont obtenu des résultats similaires aux nôtres sur les œufs d'*Aphis pomi* L. avec les carbolineums mais n'ont pas constaté de phénomènes comparables avec les dinitrocrésols.

Les chiffres du tableau précédent fournissent seulement une indication sur le sens général d'évolution de la sensibilité ; il ne convient pas de leur attribuer une valeur absolue en raison des variations souvent constatées en rapport avec la diversité des conditions expérimentales.

En effet parmi les causes qui sont susceptibles de modifier la sensibilité des œufs à l'action de substances toxiques, Beament, par exemple, au cours d'études sur la perméabilité du chorion des œufs de *Rhodnius prolixus* (Stal) a mis en évidence le rôle de l'organisme maternel sur la sensibilité de l'embryon à différents toxiques. La moindre résistance des œufs provenant de femelles âgées s'expliquerait, selon Beament, par la décroissance avec l'âge, de l'activité sécrétoire d'une glande annexe de l'appareil génital femelle. Chez la Cheimatobie, nous ignorons tout à ce sujet, mais il faut signaler que l'état physiologique de l'organisme maternel ne doit pas être négligé dans des expériences de ce genre. Cette remarque doit être prise plus particulièrement en considération à propos des résultats obtenus dans les lots traités le 18e J, c'est-à-dire juste au moment de l'apparition des appendices. Notons qu'à ce stade, les quelques éclosions obtenues dans les lots traités aux concentrations les plus faibles se sont échelonnées entre

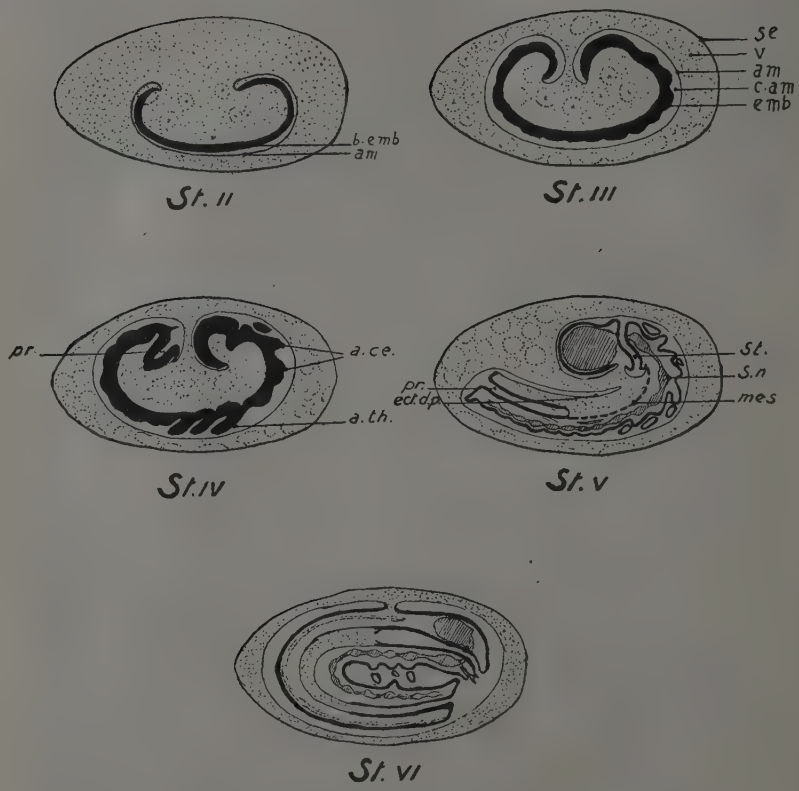


FIG. 5. — Schémas de quelques stades embryonnaires de la Cheimatobie. se = sereuse ; v = vitellus ; am = amnios ; c.am = cavité amniotique ; emb = embryon ; ac = appendices céphaliques ; a.th = appendices thoraciques ; pr = proctodeum ; st = stomodeum ; s.n = système nerveux ; ect. d.p = ectoderme dorsal provisoire ; mes = mésenteron.

Fig. 6.

Fig. 6. — Aspect du chorion après l'éclosion de la chenille.

Fig. 7. — Coupe transversale de l'œuf au stade III (en haut les lobes céphaliques, en bas coupe du thorax).

Fig. 8. — Coupe transversale de l'œuf au stade IV (en haut les lobes céphaliques avec la base des antennes — en bas, les ébauches des pattes — l'ectoderme pleural est déjà présent).

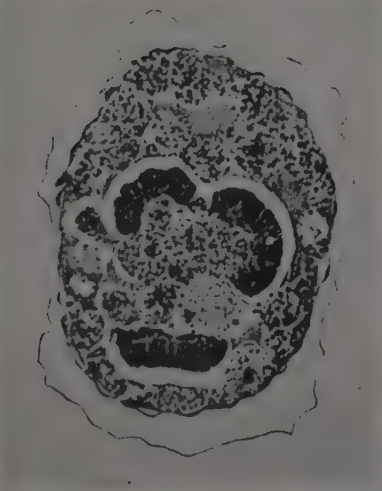


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9. — Coupe transversale de l'œuf au stade V (la coupe passe par le labre et le cerveau — en bas, coupe d'un segment abdominal).

Fig. 10. — Coupe transversale après le retournement (entre le cerveau et le ganglion sous-œsophagien, l'intestin antérieur — en bas coupe du dernier segment abdominal avec la dernière paire de fausses pattes).

Fig. 11. — Coupe du même œuf au niveau de la 2e paire de pattes et du 6e segment abdominal. (On voit le mince pédicule qui relie encore l'embryon au vitellus.)

Clichés R. Gaumont.

les 59e et 63e J, tandis que dans le lot témoin, les éclosions ont abouti le 45e J et se sont poursuivis jusqu'au 58e J.

2° Action du D.N.C. avant le changement de couleur de l'œuf. — Il me paraît intéressant de signaler la commodité et la rapidité avec lesquelles on peut tester l'efficacité d'une substance toxique sur les œufs d'insectes dont la couleur varie au cours du développement embryonnaire, comme c'est le cas pour la Cheimatobie.

En effet, les lots traités 12 h après la ponte, ont subi l'action du dinitrocresol avant que les œufs aient perdu leur couleur verte pour virer au rouge. Quelques jours après, les uns rougissaient alors que les autres gardaient leur couleur verte, et une dizaine de jours après le traitement la gamme des couleurs permettait de situer approximativement les doses limites d'action du produit. Les observations faites à ce sujet sont réunies dans le tableau suivant :

TABLEAU VI

Couleur des œufs traités 12 h après la ponte.

Concentration en D.N.C.	0,06 p. cent	0,125 p. cent	0,25 p. cent	0,5 p. cent	1 p. cent
Couleur	rouges	rouge orangé	jaune orangé	tous verts	tous verts
Nombre d'éclos p. cent	44	3	0	0	0

On voit que dans les lots traités à de faibles concentrations, l'action toxique n'a pas été suffisamment brutale pour tuer les œufs avant leur changement de couleur (1). D'autre part, en se reportant au tableau n° 5, on voit que les concentrations léthales « moyennes » (= moyenne des D.L.M. des stades embryonnaires, susceptibles d'être traités dans la pratique) sont de 0,125 et 0,25 p. cent et correspondent aux lots d'œufs qui, dans le Tableau VI ont conservé une couleur orangée ; ces remarques sont confirmées par les essais globaux réalisés au cours de l'hiver au laboratoire de Phytopharmacie sur des œufs assez avancés et dans lesquels la dose léthale moyenne est comprise entre 0,125 et 0,25 p. cent. Aussi, en prenant soin de traiter les œufs 12 h après la ponte, on peut en quelques jours, déterminer approximativement pour un produit donné la dose léthale moyenne qu'il convient de retenir dans la pratique.

CONCLUSIONS

1° La Cheimatobie a un développement embryonnaire très lent, variable avec la température, mais qui ne comporte pas de diapause obligatoire. Cependant l'adaptation de l'œuf aux basses températures

(1) Le D.N.C. s'est comporté ici comme un ovicide vrai, ce qui le différencie des substances telles que la nicotine dont l'action toxique dans le cas du Carpocapse des Prunes n'intervient qu'à l'éclosion de la jeune chenille (BOVEY 1937).

(dont il subit normalement l'action pendant un temps plus ou moins long), est marquée par un ralentissement considérable de son évolution au cours de certains stades embryonnaires seulement, à tel point que les auteurs avaient cru y voir un arrêt complet du développement.

Les expériences rapportées ici montrent qu'il se produit chez l'œuf soumis à l'action constante des basses températures (+ 2° C) un double phénomène :

a) Un ralentissement général du développement tel qu'il s'en produit normalement chez tous les êtres vivants soumis à des températures inférieures ;

b) Une transformation profonde de la durée relative des différents stades embryonnaires qu'on peut traduire comme le résultat d'un ralentissement de la vitesse d'évolution variable pour chacun des différents moments de l'embryogenèse, la vitesse du développement des premier et dernier stades étant beaucoup moins ralentie que celle des stades intermédiaires.

L'œuf de Cheimatobie fournit donc un cas intermédiaire entre la diapause vraie et la quiescence.

2° Le développement est marqué dans les premiers stades par un changement de couleur de l'œuf qui vire du vert au rouge ; comme chez le *Bombyx mori*, ce virage correspond à l'édification de la bandelette embryonnaire et au soulèvement de l'amnios.

3° La sensibilité de l'embryon de la Cheimatobie à l'action du dinitrocrésylate de sodium semble décroître avec l'âge jusqu'à l'édification de l'ectoderme dorsal provisoire puis augmenter brusquement après le retournement.

4° En prenant soin de traiter les œufs 12 h après la ponte, il est possible de déterminer rapidement pour un produit donné, la dose léthale qu'il convient de retenir pour la pratique.

Reçu le 25 *janvier* 1950.

PRINCIPAUX OUVRAGES CONSULTÉS

BALACHOWSKY et MESNIL. — Les Insectes nuisibles aux Plantes cultivées, Paris 1936.

BEAMENT (J.W.L.). — The penetration of the insect egg schelle. I. Penetration of the chorion of *Rhodnius prolixus* (Stal.). *Bull. Ent. Res.* Déc. 1948.

BRAUN (K.). — Tätigkeitbericht der biologischen Reichsanstalt für land und Fortwirtschaft Zweigstelle stade, vom 1 april 1930 *bis* 31 märz 1934. *Atltlander Ztg*, 1934.

BOVEY (P.). — Recherches sur le Carpocapse des Prunes. *Rev. Path. vég. ent. agr.*, 1937.

CHANCOGNE (Mlle M.), GAUMONT (R.) et GRISON (P.). — Différences de sensibilité de divers stades embryonnaires de la Cheimatobie à l'action du dinitrocrésylate de sodium. *C.R. Ac. Sc.*, t. 228, p. 776-777, février 1949.

DIERICK (Mlle). — De ovicide werking van winters proemiddelen (Thèse de doctorat, Amsterdam 1942).

GIMINGHAM et TATTERSFIELD. — A Report on field Trials with 3 : 5 D.N.C. and its Sodium salt for Winter spraying. *J. Pomol Hort. Sci.*, juin 1928.

GRISON (P.) et SYLVESTRE DE SACY. — Observations sur le développement de la Cheimatobie dans la région parisienne. *C.R. Ac. Agr.*, avril 1948.

HENNEGUY. — Les Insectes, Paris 1904, Masson et Cie, p. 297.

HERTWIG (O.). — Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung von Rana fusca und Rana temporaria. *Arch. für Mikr. Anat.*, LI 1898, p. 319.

JOHANSEN (O.A.). — Some phases in the embryonic development of Dacrisia virginica. *J. Morph.*, 1929, p. 493-542.

JOHANSEN et BUTT. — Embryology of Insect and Myriapods, New-York et London, 1941.

KORSCHELT. — Über die Bildung des Chorions und der Mikropylen bei den Insecten eiern *(Zool. Anz.* 7 Jahrg., p. 189-194, 1884).

MATISSE. — Action de la chaleur et du froid sur l'activité des êtres vivants, Paris 1919.

SPEYER (W.). — Obstbaumkarbolineum als Schädlings bekampfurgsmittel *Z. Angew. Ent.*, 1934, 20, n° 4, p. 565-589.

VAN DE POL (Ph.) et BESEMER (A.F.H.). — De bepaling van de eidoodenee werking van winterbestrijdingmiddelen in het laboratorium. *Tijdschr.*, 52, 1946.

WIESMANN (R.). — Die Eier der wichtigsten Obstbaumschädlinge und die Stadien hirer Entwicklung während der Ueberwinterung. *Schw. Zeisch. für Obst. u Weinbau* Dec. 1937, p. 508.

ÉTUDE DE LA CORRÉLATION ENTRE L'ÂGE DES ORGANES AÉRIENS ET LA QUANTITÉ DE VIRUS CONTENUE DANS CES DERNIERS CHEZ LE TABAC INFECTÉ PAR LE VIRUS DE LA MOSAÏQUE DU TABAC

(*MARMOR TABACI* (ORTON) HOLMES)

PAR

Pierre LIMASSET et Pierre CORNUET

(Station Centrale de Pathologie Végétale.)

On sait depuis longtemps que la concentration du virus de la Mosaïque du Tabac dans les tissus de la plante infectée varie en fonction de l'âge de ces derniers. On admet notamment, d'une façon courante, que les feuilles âgées sont pauvres en virus.

Il nous a paru intéressant de reprendre l'étude de cette question. La méthode de dosage sérologique mise au point antérieurement par l'un de nous en collaboration avec Mlle AUGIER de MONTGREMIER nous mettait à même de l'aborder avec facilité et précision. De plus les travaux de BAWDEN et PIRIE montrant qu'une partie seulement du virus se retrouvait dans les jus extraits par les méthodes habituelles nous donnaient à penser que des mesures fondées sur la détermination de la quantité totale du virus extractible et non plus sur la concentration en virus de jus bruts extraits par broyage, au mortier ou au hache-viande, étaient probablement de nature à réserver des surprises importantes. Enfin l'examen de la teneur en virus des méristèmes, rarement envisagé jusqu'à présent, nous paraissait mériter une étude sévère et précise. S'il s'avérait bien en effet que la concentration en virus s'annulait dans les tissus embryonnaires, une explication toute naturelle de la non-transmissibilité du virus de la Mosaïque du Tabac par la graine en découlait immédiatement. Nous reviendrons sur ce point important dans notre conclusion.

Technique.

Nous avons utilisé pour cette étude des Tabacs de la variété *Samsum* (1) développés en serre. L'inoculation était réalisée au stade quatre feuilles et le dosage intervenait deux mois plus tard. Dans

(1) Nous tenons à remercier ici le Dr Mc LEOD de Fredericton (Canada) qui a eu l'obligeance de nous procurer des semences de cette variété.

une première série d'essais nous nous contentions d'extraire les jus des organes étudiés par broyage au mortier des tissus préalablement congelés. La concentration en virus était déterminée par une méthode de microséroréaction que nous ne décrirons pas en détail car elle a été l'objet d'une publication détaillée (6). Il nous suffira de rappeler ici que l'on détermine la dilution limite des jus éprouvés en réalisant les épreuves sérologiques successives sur des lames porte-objet de microscope, l'examen des floculats étant réalisé au microscope à fond noir à l'aide d'un objectif de faible puissance.

Les jus extraits d'organes très jeunes ne se prêtaient pas au dosage sérologique par notre microméthode : ils étaient en effet peu abondants en raison des faibles dimensions de ces organes et par ailleurs très pauvres en virus. En les diluant de la quantité nécessaire pour les éprouver, nous nous trouvions en dessous du seuil de précipitation. Nous avons alors utilisé la méthode classique de dosage due à Holmes. Celle-ci est basée sur la numération des lésions locales obtenues lorsqu'on inocule le virus sur les feuilles du *Nicotiana glutinosa*. Le nombre des lésions est fonction de la concentration en virus. Les inoculations étaient réalisées sur cinq plantes portant chacune cinq feuilles. Le dosage était effectué simultanément sur quatre jus en comparaison avec une préparation étalon. D'une plante à l'autre on faisait permuter les jus éprouvés d'une feuille à la feuille voisine de façon que chacun d'entre eux, y compris l'étalon, passât successivement sur une feuille de même niveau, ce qui permettait de réaliser des conditions aussi comparables que possible. Ce dispositif expérimental réalisait un carré latin. Les moyennes des chiffres obtenues sur les cinq répétitions étaient traitées par la formule de Manil (11) :

$$Y = K\sqrt[3]{x}$$

dans laquelle Y représente le nombre de lésions, x la concentration relative en virus et K une constante déterminée avec l'étalon. Si nous désignons conventionnellement par 1 la valeur de la concentration de l'étalon, K devient égal à la moyenne des lésions provoquées par ce dernier. Les valeurs calculées de x pour les jus éprouvés s'expriment alors en fractions de concentrations de l'étalon. L'étalon était dosé sérologiquement. Sa dilution limite était donc connue, ce qui rendait possible l'expression en dilutions limites des résultats obtenus par la méthode des lésions locales. Le raccord des deux séries de mesures se réalisait ainsi très aisément.

Dans une deuxième série d'essais, au lieu d'évaluer la quantité de virus contenue dans les différents organes d'après la mesure de la concentration en virus de jus extraits au mortier, nous nous efforcions d'obtenir, pour chaque organe, la totalité du virus extractible dont une faible partie seulement passe dans les premiers. La démonstration en fut réalisée par Bawden et Pirie (4). Nous en avons apporté une confirmation dans des publications antérieures (8 ; 10). De plus il nous

a été possible de montrer que l'utilisation d'un broyeur à hélice tournant à 12 000 tours par min permettait d'extraire la quasi-totalité du virus sans recourir aux complications que suppose la digestion par les enzymes de l'Escargot. Notre méthode d'extraction a été décrite en détail (10). Nous rappellerons simplement que les tissus subissent plusieurs broyages successifs à 12 000 t min pendant 1 min 1/2 suivis de rinçage à l'eau des fibres restantes. On peut extraire ainsi, sans recourir à l'action des enzymes du tube digestif de l'Escargot 98 à 99 p. cent du virus extractible total contenu dans les tissus alors que le broyage au mortier n'en libère que 30 p. cent environ, la partie restante étant d'ailleurs suceptible d'être intégralement extraite par l'action des enzymes précitées, ainsi que nous l'avons établi antérieurement.

a) **Détermination de la concentration en virus de jus bruts extraits au mortier.** — Dans cette série d'essais nous dosions les concentrations en virus des jus extraits des feuilles successives de trois plantes. Ces concentrations étaient exprimées en dilutions limites avec un même immunsérum.

Les résultats moyens sont exprimés par le graphique 1. Les feuilles sont comptées à partir du sommet, la feuille n^o 1 étant la première nettement dégagée du bourgeon terminal. Les feuilles α, β, γ, sont encore incluses dans ce dernier. La hauteur du rectangle correspondant à chaque feuille est proportionnelle à la concentration en virus du jus extrait de cette dernière. On observera que la concentration la plus élevée correspond à des feuilles encore jeunes, en voie de croissance active. Celles-ci ne présentaient d'ailleurs pas de symptômes plus accusés que les feuilles plus jeunes situées au-dessus.

A partir des feuilles moyennes la concentration du virus contenu dans les jus bruts décroît progressivement losqu'on passe aux feuilles plus âgées situées en dessous. Si, au contraire on remonte de celles-ci vers les jeunes feuilles la concentration en virus des jus décroît encore et d'une façon beaucoup plus rapide. Le jus de la feuille α a une teneur en virus cent cinquante fois inférieure à celle des jus extraits des feuilles moyennes. Si l'on substituait au graphique une courbe représentant la concentration en virus des jus extraits des feuilles successives, en fonction de leur âge, on constaterait que cette concentration tend asymptotiquement vers zéro lorsqu'on se rapproche du méristème.

Nous avons eu l'idée de rechercher, par une technique plus sensible encore que la méthode des lésions locales si le zéro était effectivement atteint dans le méristème lui-même.

Dans ce but nous prélevions aseptiquement, sous la loupe binoculaire, la petite calotte de méristème située au-dessus des premières ébauches foliaires. Ce minuscule fragment de tissu était écrasé sur une feuille d'un jeune Tabac préalablement saupoudrée de carborundum en vue de réaliser une inoculation. Un autre Tabac était inoculé

avec le fragment de méristème situé immédiatement au-dessous de la calotte et servait de témoin. Ce fragment avait approximativement le même volume que la calotte elle-même. Dans treize cas sur quatorze (1) ces témoins ont présenté des symptômes de maladie, montrant ainsi que la méthode d'inoculation était valable et susceptible de réussir avec une quantité de virus extraordinairement faible. La calotte méristématique nous a fourni huit inoculations positives et sept inoculations négatives. Les durées d'incubation étaient toujours anormalement longues (19 à 47 j au lieu de 12 j avec un inoculum concentré largement appliqué). Ceci confirme la très faible teneur en virus de ces régions méristématiques. On peut conclure de ces résultats que, tandis que le virus existe toujours, mais à une concentration extrêmement faible, dans la région du méristème qui porte les premières ébauches foliaires, il se trouve en quantité encore plus faible dans la calotte méristématique.

Nous ne sommes cependant pas fondés à affirmer son absence puisque l'inoculation est positive dans la moitié des cas. Une observation importante nous permet pourtant de présumer que la section de la calotte était effectuée à l'extrême limite de la zone de multiplication du virus. En effet les inoculations positives fournissaient souvent des mutants caractérisés par des symptômes anormaux. Ceci nous conduit à supposer qu'il y avait bien, dans certaines calottes sectionnées, quelques particules de virus, mais en si petit nombre que la concurrence ne jouait plus pour assurer la prédominance du type moyen, de sorte que les mutants éventuels pouvaient se développer librement. La section effectuée juste au-dessus des premières ébauches correspondrait donc peut-être à la limite de la zone de multiplication du virus qui serait présent ou absent suivant que la calotte aurait été tranchée un peu plus haut ou un peu plus bas. Dans cette hypothèse les initiales elles-mêmes et les premières cellules filles n'en contiendraient pas. Les inoculations, toujours positives, réalisées avec le méristème subapical ont également fourni des symptômes très variables d'une plante à l'autre. Dans cette région également le virus est donc encore suffisamment rare pour que la concurrence de la souche normale, plus envahissante que les mutants, ne puisse pas jouer. Nous reviendrons dans la discussion sur l'origine des mutants observés.

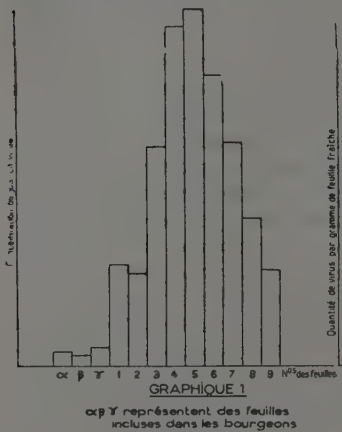
b) **Dosage du virus total dans les tissus.** — Dans cette partie de notre travail nous nous sommes efforcés de doser la totalité du virus extractible des feuilles en faisant usage de la technique décrite plus haut : broyages de la fibre au broyeur à hélice et extraction du virus par rinçage à l'eau. L'extrême finesse du broyage rend l'extraction par les enzymes pratiquement inutile, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, car le supplément apporté est, dans ce cas, d'un ordre de grandeur nettement inférieur à la sensibilité des méthodes de dosage,

(1) Le témoin négatif avait été inoculé par erreur avec la première ébauche foliaire et représentait donc une partie méristématique aussi jeune que la calotte apicale. On peut donc n'en pas tenir compte et admettre que tous les témoins ont réagi positivement.

de sorte que la précision supplémentaire apportée serait illusoire et ne justifierait pas le très gros surcroît de travail demandé.

Il ne pouvait être question d'utiliser cette méthode que pour les feuilles bien développées, c'est-à-dire celles qui se prêtaient aux épreuves sérologiques. Pour les organes très jeunes, on est obligé de se contenter des résultats fournis au paragraphe précédent par le dosage du virus dans les jus, la faible quantité de tissu dont on disposait ne permettant pas l'usage des techniques envisagées. La comparaison du graphique I avec les graphiques suivants montre d'ailleurs que c'est surtout dans les feuilles âgées qu'une discordance se fait sentir entre les deux méthodes de mesure. La diminution asymptotique de la quantité de virus lorsqu'on se rapproche du méristème semble donc pouvoir être admise sans crainte d'erreur grave.

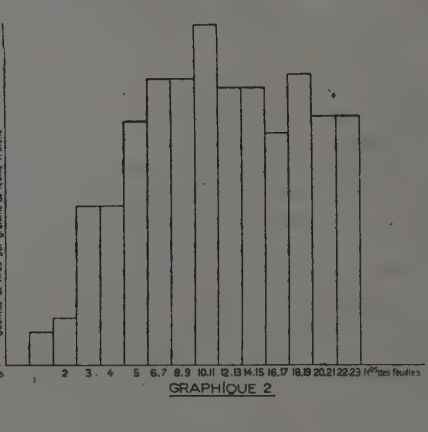
Les dosages ont été effectués sur trois plantes. Le graphique II donne les résultats moyens pour deux d'entre elles (plantes 1 et 2).



GRAPHIQUE 1

α β γ représentent des feuilles incluses dans les bourgeons

Concentrations en virus des jus bruts extraits au mortier.



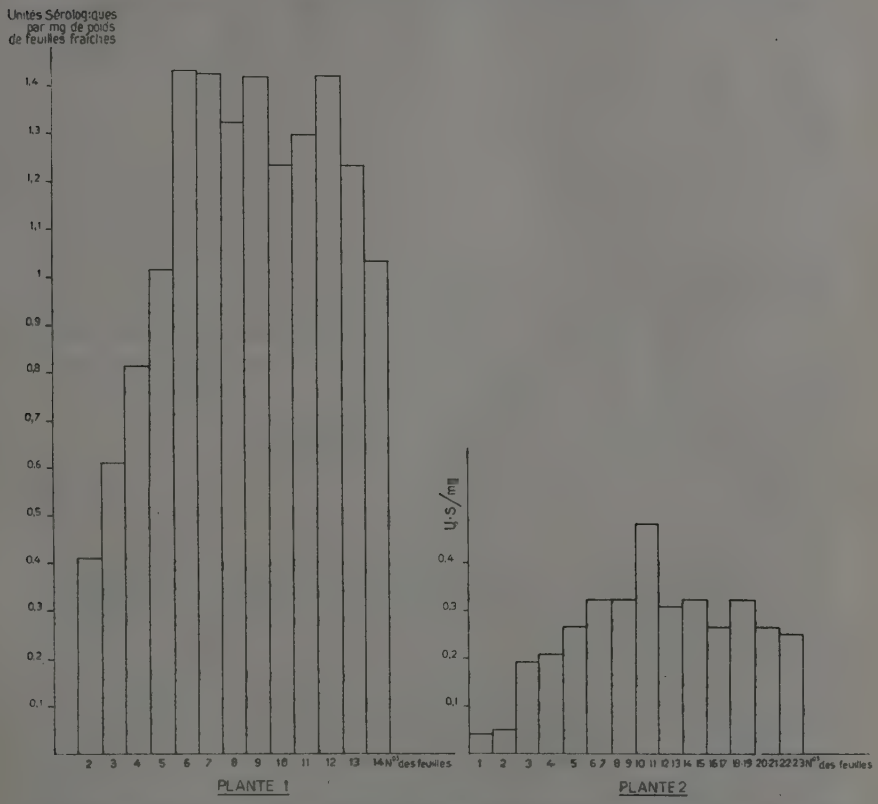
GRAPHIQUE 2

Teneurs relatives des feuilles en virus total (moyenne des plantes 1 et 2)

Les quantités de virus extraites sont exprimées, dans ces graphiques, par rapport au poids frais (1) des feuilles. On déterminait, dans chaque cas, le nombre d'unités sérologiques de virus (quantité de virus contenue dans 1 cc de liquide ayant une dilution limite égale à un) pour 1 g de poids frais d'organe. Si l'on compare les graphiques I et II on constate que leur allure ne diffère que dans la partie droite correspondant aux feuilles âgées. La chute importante des concentrations classiquement admise sur la base des dosages effectués avec des jus bruts, n'est pas conforme à la réalité. Le virus total atteint un maximum vers la septième feuille comptée à partir du sommet et diminue ensuite très peu.

(1) Les estimations en poids sec ne modifient pratiquement pas l'allure de la courbe. Elles ont cependant l'inconvénient de minimiser légèrement la chute de la concentration en virus dans les feuilles très jeunes dont le squelette est très peu développé. Le poids frais donne une estimation moins incorrecte de la masse de matériel vivant.

Les dosages étaient effectués par la méthode sérologique. Celle-ci permet de comparer des quantités de protéine virus mais ne fournit pas d'indications sur leur pouvoir infectieux. Nous avons voulu savoir si le pouvoir infectieux du virus contenu dans les feuilles jeunes était bien du même ordre que celui du virus des feuilles âgées ou si une inactiva-



Les dosages n'ont pas été effectués avec le même sérum pour les plantes 1 et 2, aussi la valeur absolue des unités sérologiques n'est-elle pas la même de l'un à l'autre.

tion partielle se produisait dans ces dernières. Dans ce but nous avons dilué des jus de feuilles jeunes et âgées de façon à les amener au même titre sérologique et nous les avons comparés par la méthode des lésions locales. Les jus ont été extraits au broyeur à hélice, de façon à obtenir tout le virus extractible. Deux plantes ont été utilisées. Sur une plante *A* on a mélangé les extraits de la 4e et de la 5e feuille comptées à partir du sommet, d'une part (feuilles jeunes) et des 11e, 12e et 13e feuilles d'autre part (feuilles âgées). Ces extraits ont été ramenés à une dilution limite de 1/5,5 à 1/6. Sur une plante *B* les extraits portaient sur les

feuilles 4, 5 et 6 d'une part, 9, 10 et 11 d'autre part (1). Chaque feuille de *Nicotiana glutinosa* était inoculée sur sa moitié gauche. avec un extrait de feuilles jeunes et sur sa moitié droite avec un extrait de feuilles âgées. Les résultats sont les suivants :

	Plante *A*		Plante *B*	
	feuilles âgées	feuilles jeunes	feuilles âgées	feuilles jeunes
Nombre de lésions	89	78	32	26
	54	62	27	28
	74	40	19	24
	126	98	28	33
	112	105	16	22
Totaux	455	383	122	133

On a porté dans ce tableau sur une même ligne le nombre de lésions observées sur une feuille de *N. glutinosa* d'un côté avec un extrait de feuilles âgées et de l'autre côté avec un extrait de feuilles jeunes. Il n'y a pas de différences significatives et nous pouvons admettre qu'à quantités égales, le virus extrait des unes et des autres est doué approximativement du même pouvoir infectieux. Dans ces conditions nous pouvons admettre que nos dosages sérologiques fournissent une image exacte des quantités de virus actif contenues dans les tissus.

Discussion.

Deux points retiendront successivement notre attention. Ce sont, d'une part, le maintien d'une concentration élevée de virus dans les feuilles âgées et d'autre part l'abaissement de la concentration lorsqu'on se rapproche du méristème.

Les notions admises jusqu'à présent relativement aux teneurs en virus des divers organes des plantes étant simplement basées sur la détermination des concentrations en virus des jus extraits des divers organes, supposaient que celles-ci variaient à peu près parallèlement à la teneur totale. Les travaux déjà cités de Bawden et Pirie, montrant que les méthodes usuelles d'extraction des jus ne fournissent qu'une faible partie du virus contenue dans les tissus, conduisaient à mettre en doute cet axiome. Les résultats relatés plus haut nous permettent d'affirmer qu'il est absolument faux. On peut se demander pourquoi il en est ainsi. Il convient, pour répondre à cette question, d'examiner ce qui se passe lors de l'extraction d'un jus. Lorsque nous écrasons un tissu à l'aide d'un mortier, le liquide qui s'écoule provient en majeure partie des vacuoles, du cytoplasme et du contenu des vaisseaux ligneux. On sait que la sève brute ne contient pas de virus. Il doit en être de même du suc vacuolaire. Le virus se multiplie en

(1) Il était nécessaire de disposer d'une quantité de jus suffisante pour inoculer plusieurs feuilles.

effet dans le cytoplasme de la cellule hôte et rien ne permet de supposer, jusqu'à plus ample informé, qu'il diffuse à l'intérieur de la vacuole. Le jus ne contiendra donc de virus que pour autant que du cytoplasme aura pu se mélanger au suc vacuolaire et à la sève brute. La concentration du virus sera d'autant plus élevée que la proportion de cytoplasme entraînée sera plus forte. Or il est facile de concevoir que la proportion de cytoplasme est différente dans les jus extraits d'organes jeunes et âgés. L'importance relative des vacuoles est en effet beaucoup plus grande dans ces derniers, ce qui tend à diluer considérablement le virus. Par ailleurs, le squelette est un peu plus développé et retient, après broyage, davantage de cytoplasme riche en virus. Tout ceci contribue à diminuer la concentration en virus des jus extraits des organes âgés par les techniques courantes bien que leur teneur totale en virus par unité de poids frais soit aussi élevée, ou presque, que celle des organes jeunes. L'extraction par broyages au broyeur à hélice, avec rinçages, ou l'action des enzymes d'Escargots permettent de libérer la totalité du virus en ouvrant toutes les cellules, dont le contenu peut alors se trouver au contact du solvant.

Les résultats que nous avons enregistrés permettent également de conclure à une très grande rareté du virus dans le méristème au-dessus des premières ébauches foliaires. L'absence d'inoculations positives, dans la moitié des cas, avec les calottes méristématiques, permet de supposer que la section était effectuée au voisinage de la limite de l'aire de multiplication du virus et que l'extrême pointe n'en contenait pas. Nous avons noté que les inoculations positives fournissaient souvent des mutants. On peut se demander quelle est l'origine des mutations observées. On sait que la mutabilité du virus de la Mosaïque du Tabac est très grande. On peut supposer, dans ces conditions, que de nombreux mutants se trouveraient normalement en mélange avec la souche mère. Ceci est corroboré par les expériences de Johnson [1] qui a montré que si l'on inoculait un hôte hypersensible, le réisolement du virus à partir des lésions locales obtenues fournissait de nombreux mutants. Un tout petit nombre de particules intervient en effet pour la formation de chaque lésion, ce qui supprime la concurrence avec la souche mère. Le même phénomène rend probablement compte de ce qui se passe dans le méristème subapical. La première particule de virus pénétrant dans ce tissu s'y multiplie sans concurrence. Si elle appartient à un mutant celui-ci peut s'établir sans être gêné dans son développement par la souche mère dont le pouvoir de multiplication est plus élevé. L'inoculation d'un Tabac à partir de la souche mère permet alors d'isoler du méristème un mutant à l'état de pureté. On peut se demander pourquoi, chez la plante malade, les mutants sont supplantés par la souche mère, dans les organes différenciés, alors qu'ils ont été les premiers à s'implanter dans les tissus embryonnaires. Leur établissement précoce semblerait devoir assurer leur prédominance définitive puis-

[1] Phytopathology, XXXIX, p. 11, 1949.

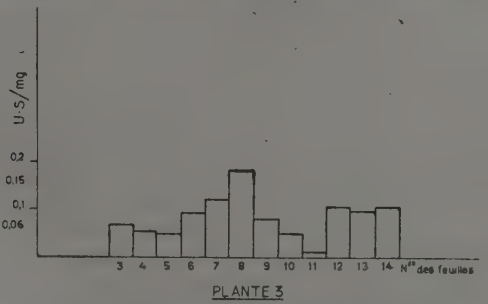
qu'un tissu infecté par une souche est normalement prémuni contre l'invasion d'une autre souche du même virus. Nous ne pouvons expliquer ce fait qu'en admettant qu'un petit nombre seulement de cellules du méristème sont infectées et par conséquent prémunies. Il faut supposer en outre que les mutants envisagés sont doués d'un faible pouvoir d'invasion, ce qui assure la prédominance rapide de la souche mère dès que les cellules non infectées initialement sont devenues réceptives, au moment où le tissu atteint un certain degré de différenciation. THUNG travaillant sur certaines souches du virus de la Mosaïque du Tabac et constatant que, dans les jeunes feuilles, le virus n'était présent que dans les plages décolorées d'où il gagne ensuite le reste du limbe, était arrivé lui aussi, par une voie toute différente, à supposer que certaines cellules seulement des méristèmes étaient infectées (16).

Nos conclusions confirment celles de WHITE (1943) qui a montré que les régions apicales de racines de Tomates infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac renfermaient des quantités de virus trop faibles pour être décelées par inoculation au *Nicotiana glutinosa*, tandis qu'à 10 cm environ du sommet, la richesse en virus était très grande. La décroissance observée aux distances plus élevées est peut-être en relation avec la méthode d'extraction utilisée. Par contre Miss SHEFFIELD (13) estime que le virus de la Mosaïque du Tabac est présent dans les méristèmes, ce qui est en contradiction avec nos conclusions. Cet auteur, ayant remarqué que les inclusions intracellulaires n'existent pas dans les tissus en voie de division active, fut amené à rechercher s'ils contenaient du virus. Miss SHEFFIELD dissèque des extrêmités de tiges et de racines et écrase vingt fragments dans un volume d'eau déterminé pour inoculer une feuille de *N. glutinosa*. Des lésions sont observées dans tous les cas. On remarquera que si nous avions opéré par la même technique nous eussions vraisemblablement abouti au même résultat : puisque la moitié des calottes isolées contenaient du virus, le mélange de vingt d'entre elles eût fourni des indications positives. De plus, Miss SHEFFIELD ne fournit pas d'indications relatives à la longueur du fragment de méristème utilisé, or celle-ci est très importante à connaître puisque la limite de la zone de multiplication du virus se trouve extrêmement rapprochée du sommet. Si les calottes de Miss SHEFFIELD étaient, ne fut-ce que légèrement, plus hautes que les nôtres on s'expliquerait fort bien qu'elles aient contenu du virus en quantité non négligeable. On voit donc que la contradiction apparente entre nos observations et celles de Miss SHEFFIELD s'explique fort bien lorsqu'on examine les faits d'assez près. C'est la technique utilisée qui est à l'origine des conclusions de l'auteur. Ces conclusions méritent d'ailleurs d'être retenues sur un point essentiel ; en effet, ce n'est pas l'absence de virus qui explique l'inexistence des inclusions dans les tissus en voie de multiplication active puisque, si le virus peut être

(1) Il convient en outre de souligner que les essais de Miss SHEFFIELD étaient réalisés sur Tomate et non sur Tabac ce qui peut également introduire des différences notables dans le comportement du virus.

présumé absent à l'extrême pointe de la tige, il existe par contre dans les zones subapicales encore nettement méristématiques. Cependant, le taux de virus dans ces régions est très faible et cette faible teneur permet, semble-t-il, d'expliquer l'absence des inclusions ; les corps X notamment sont des sortes de coacervats qui ne peuvent apparaître que dans des solutions concentrées.

On peut se demander quelle est la cause limitante de la multiplication du virus dans le méristème et les feuilles très jeunes. AVERY a effectué des dosages d'auxine dans les feuilles du Tabac (3). Si l'on examine ses graphiques, on constate qu'il y a corrélation entre les fortes teneurs en auxine et la faible concentration du virus. On peut rapprocher ce résultat de l'action inhibitrice de l'acide 2-4-dichlorophenoxyacétique sur la multiplication de certains virus, démontrée par LIMASSET, LEVIEIL et SECHET (7). Il ne s'agit pas là d'une auxine mais d'une substance dont l'action s'en rapproche à certains égards. D'autre part Mlle H. AUGIER de MONTGREMIER et MOREL (2) ont montré que les cultures de tissus tumoraux infectés par le virus de la Mosaïque du Tabac restaient pauvres en ce dernier. Ces auteurs admettent que ces faibles teneurs sont dues à la rapidité même de la prolifération cellulaire. Leur explication, basée sur la synthèse d'une faible quantité de métabolites dans les cellules en voie de prolifération active ne paraît pas susceptible d'expliquer la disparition du virus à un certain niveau. Il semble bien, à notre avis que les cellules méristématiques sont douées d'une véritable immunité. Leur forte



La feuile 11 a reçu une pulvérisation d'acide 2-4 dichlorophenoxyacétique (sel de potassium) au moment de l'inoculation.

teneur en auxine en donnerait une explication vraisemblable bien qu'hypothétique (1). On remarquera sur le graphique de la plante 3 l'aspect très particulier des variations de la teneur en virus de cette dernière. Celle-ci avait reçu une pulvérisation d'acide 2-4-dichlorophenoxyacétique sur la feuille 11 au moment de l'inoculation. Deux mois après, la chute de la teneur en virus reste sensible sur cette feuille et sur les feuilles voisines.

(1) L'auxine n'existe pas à l'extrême pointe du méristème, mais se trouve un peu plus bas, à concentration très élevée, dans une zone qui jouerait le rôle d'une barrière.

Les observations qui précèdent paraissent éclairer d'un jour particulier le problème de la transmissibilité des virus par la graine. Le virus de la Mosaïque du Tabac n'est pas transmissible par la graine chez le Tabac. AINSWORTH (1) signale que, chez la Tomate, le tégument séminal des graines prélevées sur des plantes infectées contient le virus. L'embryon reste indemne mais pourrait être occasionnellement contaminé, chez cette plante, au moment où il brise les enveloppes pour germer. STELZNER (15) a publié une étude approfondie du problème de la transmissibilité des virus par la graine. Il a notamment recherché la présence du virus X de la Pomme de terre dans l'embryon des graines de *Datura* infectés par ce dernier. Le virus X de la Pomme de terre a des propriétés assez comparables à celui de la Mosaïque du Tabac et les résultats sont transposables. La grosse graine du *Datura* se prêtait à des dissections impossibles chez le Tabac. La proportion d'embryons infectés était élevée dans les graines fraîchement récoltées et incomplètement mûres. Il en était de même dans les graines fraîches de Pommes de terre. Mais le virus s'inactivait ensuite progressivement en l'espace de quelques jours. La proportion de virus contenue dans l'embryon était certainement très faible et c'est pourquoi un virus aussi résistant à la dessication que le virus X peut néanmoins s'inactiver d'une façon suffisante pour disparaître totalement. En effet, Miss SHEFFIELD (12) travaillant sur le virus du *Tobacco etch* a observé les inclusions intranucléaires caractéristiques de ce dernier dans le tégument séminal, mais non dans l'embryon, qui est donc beaucoup plus pauvre en virus. Cette pauvreté est confirmée par les travaux de GRATIA et MANIL (5) montrant que le virus X de la Pomme de terre et le virus de la Mosaïque du Tabac cessent d'être décelables sérologiquement dans les graines de Tabac ou de *Datura* alors qu'on peut les mettre en évidence dans le péricarpe. Cette pauvreté en virus s'explique aisément à la lueur de nos observations. L'embryon est en effet essentiellement formé de méristème. Il y a simplement un début de différenciation comparable à celui de la région subapicale de la tige. Le pouvoir de multiplication du virus étant très faible dans de tels tissus, la moindre action inactivante est rapidement fatale. C'est probablement la dessication qui entraîne cet effet. L'état de repos de l'embryon, à la faveur duquel le métabolisme est en quelque sorte suspendu, est encore un facteur favorable à l'inactivation totale du virus : aucune synthèse compensatrice ne peut en effet se produire.

Reçu le 20 *juin* 1950.

RÉFÉRENCES

(1) AINSWORTH G.C. — Virus disease investigation 90e ann. rept. Cheshunt. *Exp. Res. Sta.*, p. 54-64, 1933.

(2) Mlle H. AUGIER DE MONTGREMIER et G. MOREL. — Sur la diminution de la teneur en virus de tissus de Tabacs cultivés *in vitro*. *C.R. Acad. Sc.*, t. CCXXVII, p. 688, 1948.

(3) G.S. AVERY. — Differential distribution of a phytohormone in the developing leaf of *Nicotiana* and its relation to polarized growth. *Bull. Torrey. Bot. club* 62, p. 313-330, 1935.

(4) F.C. Bawden et N.W. Pirie. — The virus content of plant suffering from Tobacco Mosaic. *Brit. Journ. Exp. Patho.* XXVII, 81, 1946.

(5) A. Gratia et L. Manil. — Recherches sur les virus des plantes. *Arch. für die gesamte Virus Forschung*, B. 1, H. 1, p. 21-45, 1939.

(6) P. Limasset et Mlle H. Augier de Montgremier. — La microméthode sérologique pour l'étude des viroses végétales. *Annales des Epiphyties*, t. XIII, p. 173-185, 1947.

(7) P. Limasset, F. Levieil, M. Séchet. — Influence d'une phytohormone de synthèse sur le développement des virus X et Y de la Pomme de terre chez le Tabac. *C.R. Acad. Sc.*, t. CCXXVII, p. 643, 1948.

(8) P. Limasset, P. Cornuet et Y. Gendron. — Titrage du virus de la Mosaïque du Tabac dans les organes aériens de Tabacs infectés. *C.R. Acad. Sc.*, t. CCXXVIII, p. 188, 1949.

(9) P. Limasset et P. Cornuet. — Recherche du virus de la Mosaïque du Tabac dans les méristèmes de plantes infectées. *C.R. Acad. Sc.*, t. CCXXVIII, p. 1971, 1949.

(10) P. Limasset, P. Cornuet et Y. Gendron. — Comparaison entre l'extraction mécanique et l'extraction par l'action de différents systèmes enzymatiques, du virus de la Mosaïque du Tabac à partir de Tabacs infectés. *Annales des Epiphyties*, p. 1-12, 1950.

(11) P. Manil et C. Dricot. — Relations entre le nombre de lésions et la concentration du virus infectant dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac sur *Nicotiana glutinosa*. *C.R. Soc. Biol.*, t. CXXVI, p. 918, 1937.

(12) F.M.L. Sheffield. — The cytoplasmic and nuclear inclusions associated with Sever etch virus. *J.R. Micr. Soc.*, 61, p. 30-45, 1941.

(13) F.M.L. Sheffield. — Presence of virus in the primordial meristem. *Ann. of Appl. Biol.* XXIX, nº 1, p. 16-17, 1942.

(14) C. Stapp. — Die serologische virus diagnose und ihre Bedeutung für den Kartofellbau (*Mitteil. Biol. Reich für Land und Fort.* 67, p. 6-30, 1943).

(15) G. Stelzner. — Zur Frage der Virus Uebertragung durch Samen insbesondere der X, Y and Blattroll Virus der Kartoffel. *Der Züchter* 14 *Jahrgang 10*, p. 228,233, 1942.

(16) T.H. Thung. — Smetstof en plantencel bij enkele virusziekten van de Tabak plant. *Tijd. over Plantenziek.* 44, 5, p. 225-245, 1938.

(17) P.R. White. — A Handbook of plant tissue culture. 1 vol. 277 p. Lancaster 1943.

SUR LA RÉTENTION DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE PAR LES FRUITS SOUMIS A LA DÉSINFECTION

TROISIÈME PARTIE [1]

PAR

L. SCHAEFER,
Ingénieur Chimiste,
Agent du Service de la Protection des Végétaux.

Dans notre précédent travail, nous avons exposé le résultat de nos recherches sur le traitement des fruits frais par l'acide cyanhydrique dans des installations industrielles, en utilisant les imprégnés commerciaux, dont la dose nécessaire est introduite dans l'enceinte au début de l'opération. Nous avons attiré l'attention sur l'importance que présente la connaissance du volume (ou du poids) des marchandises traitées, l'absorption du fumigant pouvant varier suivant le chargement. Il ne semble pas que les auteurs qui se sont intéressés aux problèmes de la désinsectisation des fruits dans des conditions semblables aux nôtres, se soient préoccupés d'étudier l'influence de ce facteur. Les traitements sont généralement définis par la dose d'insecticide, variable selon le volume de l'enceinte, et par la durée de contact, accessoirement par la température, la pression, etc...

Aussi, pour préciser l'influence du chargement, avons-nous entrepris une nouvelle série d'essais en utilisant la cellule-laboratoire des Etablissements Barret, déjà décrite.

Les fruits mis en œuvre ont été cette fois des Châtaignes provenant des monts du Lyonnais (récolte 1949). Dans le lot bien homogène qui a été mis à notre disposition nous avons compté en moyenne 118 châtaignes au kg. L'humidité, déterminée par le Laboratoire municipal de Lyon, à l'étuve 105° jusqu'à poids constant, était de 49,95 p. cent. Ces recherches ont permis de poursuivre simultanément des essais visant à la destruction *in situ*, aussitôt la récolte, des larves du *Balaninus elephas* et des chenilles du *Laspeyresia splendana*, en vue de stockage hivernal. Cependant, ayant été entrepris trop tardivement, après la sortie de la plupart des parasites, les essais ne nous ont donné que des indications provisoires sur la mortalité, indications qu'il importera de confirmer à la prochaine saison.

Des chargements analogues à ceux qui sont prévus pour des fumigatoriums de grand volume ont été réalisés, toutes proportions gardées,

(1) Voir 2e partie, *Ann. Epiph.*, XIV, 4 (1948), p. 265-281.

dans cette cellule de 1,1 m³, et ces traitements en petit sont évidemment l'image de traitements portant sur plusieurs tonnes.

Dans ce qui suit, pour définir les chargements en fonction de l'enceinte, nous adopterons le quotient : poids de marchandises en kg/volume de l'enceinte en litres, qui sera appelé rapport de chargement. Ce rapport empirique, valable bien entendu seulement pour une marchandise déterminée, permettra de comparer les divers essais. Les trois rapports 1/100, 5/100, 10/100 ont été expérimentés. Parmi ceux-ci, 10/100 se montre comme très convenable pour des opérations sur une grande échelle.

Tous les essais ont été entrepris à la température moyenne de 10° (10° ± 2°). Les Châtaignes sont chargées dans des plateaux à claire-voie (plateaux à pêches) contenant une dizaine de kg. La durée de contact a été fixée à 6 h, ce qui permettra, en tenant compte des manipulations, trois désinsectisations par jour à la récolte, aux moments de pointe. Le ventilateur de brassage est mis en marche pendant la première heure et durant les prises de gaz. Celles-ci sont effectuées selon le mode indiqué dans notre précédente note, au centre de la cellule entre les plateaux. A la fin du traitement (Oh. de l'aération), en vue de l'établissement d'un bilan cyanhydrique approché, la porte est ouverte aussitôt après la dernière prise, sans évacuation du gaz résiduaire par ventilation.

Une première série d'essais a porté sur 11, 55, 110 kg de Châtaignes, en utilisant une boîte d'imprégnés de 20 g. Un essai à blanc avec une boîte identique sert de terme de comparaison. La marche de l'opération est suivie au moyen des prises de gaz aux minutes 5-15, 25-35, et après 1 h, 4 h et 6 h. Les valeurs trouvées sont consignées dans le tableau I, et représentées sur les graphiques (1). Dans le tableau I *bis* ont été calculées les quantités de HCN absorbé par unité de poids, en admettant, pour évaluer les volumes laissés libres, que la densité des châtaignes = 1. Nous avons par exemple pour 5/100, min. 25 — 35 :

$$\text{HCN absorbé par kg} = \frac{19{,}6 \times 1{,}1 - 6{,}4 \times 1{,}045}{55} = 0{,}27 \text{ g.}$$

Tableau I

Concentration en HCN, en g/m³, de l'enceinte en fonction des rapports de chargement, pendant un traitement de 6 h avec une boîte d'imprégnés de 20 g ; t = 10°.

Rapport de chargement	1/100	5/100	10/100	Essai à blanc
Min. 5-15	16,9	12,1	5,0	19,6
Min. 25-35	13,7	6,4	2,5	19,6
Min. 60-70	11,8	4,4	1,5	18,9
4 h	7,3	2,1	0,59	18,9
6 h	6,5	1,4	0,32	17,3 calculé
6 h 20				17,0
24 h				15,0
144 h				8,5

TABLEAU I *bis*

Grammes de HCN absorbé par kg de châtaignes.

Rapport de chargement	1/100	5/100	10/100
Min. 5-15	0,28	0,16	0,15
Min. 25-35	0,60	0,27	0,17
Min. 60-70	0,72	0,29	0,17
4 h.	1,17	0,33	0,18
6 h.	1,09	0,32	0,17

Nous constatons ainsi que :

1. La quantité de HCN disparue, absorbée par les Châtaignes, est beaucoup plus élevée quand le poids de ces dernières est lui-même élevé ; l'absorption décroît à mesure que les masses traitées — ou si l'on veut les rapports de chargement — décroissent ;

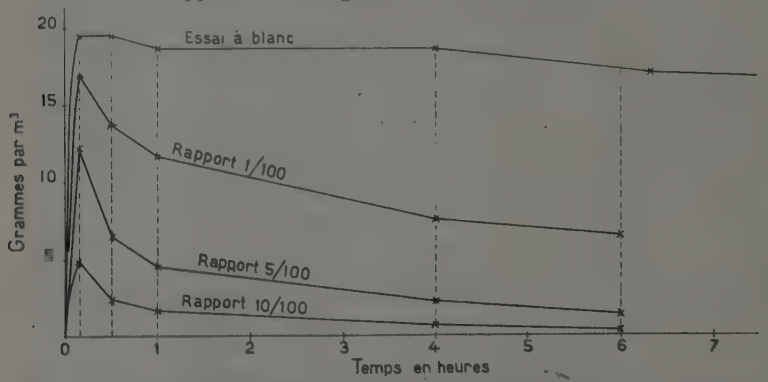


FIG. 1. — Concentration en HCN de l'enceinte en fonction des rapports de chargement.

2. La vitesse d'absorption de HCN décroît en fonction du temps ; elle est maxima au début, puis elle décroît assez vite (vers la fin de la première heure par exemple), pour diminuer ensuite plus faiblement et régulièrement jusqu'à la fin ;

3. En corollaire, l'épuisement de HCN introduit est d'autant plus complet que le rapport de chargement est élevé. Pour 10/100, par exemple (épuisement maximum), le rapport des teneurs initiale et finale 5 /0,32 = 15,6 est de beaucoup supérieur à celui du chargement 1 /100 où le rapport est seulement 2,6. On voit aussi que plus le rapport de chargement diminue, plus les châtaignes, en présence d'un excès inabsorbable de HCN, s'approchent de la saturation, ce qui est normal. Vers la fin du traitement d'ailleurs chacun des trois systèmes tend progressivement vers un état d'équilibre (subparallélisme des quatre courbes entre elles et avec l'axe des temps) ; cet équilibre est d'autant plus rapidement obtenu que la masse traitée est grande (tableau I *bis*) : après 1 h environ pour 10/100.

Du fait que l'épuisement est très poussé pour les rapports 5 /100 — 10 /100, il sera possible de calculer la rétention approchée à l'instant précis de la fin du traitement pour toute valeur comprise entre ces deux dernières, ou très voisine, ce qui peut être utile. Car apparemment aucune formule générale ne découle de ces essais, donnant à l'avance la valeur de la rétention à la sortie en fonction du rapport de chargement, les autres facteurs étant fixes.

Un autre essai a été effectué avec un rapport de chargement 10 /100 et 2 boîtes d'imprégnés, soit 40 g. de HCN, dans les mêmes conditions que ci-dessus, la première boîte étant remplacée par la deuxième dans l'ouvre-boîte (sans pertes sensibles) au bout de 1 /4 h, et les prises comptées à partir de cet instant. Voici les concentrations observées :

5-15 min	6,3	g par m³
25-35 —	5,3	—
60-70 —	2,7	—
4 h.....	1,0	—
6 h.....	0,54	—

Les teneurs en HCN libre dans la cellule durant l'opération sont donc relativement faibles, et légèrement plus élevées que dans le cas d'une seule boîte de 20 g. pour le même chargement. L'importance de l'absorption due à de grandes masses de fruits, constatée ci-dessus, est confirmée. L'épuisement est cependant moins poussé puisque 6,3 /0,54 = 11,4 est inférieur.

Ces résultats ne manqueront pas de surprendre un opérateur, qui ignorant ou négligeant les phénomènes de rétention, trouverait normal que, la marchandise augmentant et l'espace libre diminuant, la concentration en HCN de cet espace aille en augmentant. D'où l'impression que la dose d'insecticide à employer pour des chargements volumineux devrait être réduite. La réalité, on le voit, est exactement l'inverse.

Des échantillons moyens des lots ont été analysés à la sortie de la cellule, et après divers temps d'aération dans un local à larges baies, maintenues ouvertes, et où la température a varié de 0° (certaines nuits) à 9°. Les résultats obtenus sont portés dans le tableau II et représentés graphiquement figure 2.

TABLEAU II

Rétention en fonction de la durée d'aération et des rapports de chargement, en milligrammes pour 100 *g.*

20 g d'imprégnés

Durée d'aération	0 h	1h3/4	20	21	24	41	45	87	118	135	161	260
Rappt. charg. 1/100		51,1	29,2					14,2		10,9		8,5
— 5/100	23,8			12,0			9,7		6,9			
— 10/100	7,9				3,7	2,9					1,5	

40 g d'imprégnés

Durée d'aération	0 h	22	69	94	166
Rapport charg. 10/100	13,4	8,4	5,4	4,4	4,3

On remarque que les rétentions les plus élevées correspondent aux rapports de chargement les plus bas, et inversement, ce qui concorde avec les indications fournies par les prises de gaz au cours du traitement. Les chiffres et les représentations graphiques s'échelonnent avec régularité, dans l'intervalle considéré, selon les rapports de chargement. Quant aux rétentions en fonction de la dose de HCN et de l'aération, nous retrouvons dans l'ensemble des résultats analogues à ceux obtenus précédemment avec les fruits frais.

Ces intéressantes constatations font ressortir la grande importance du facteur chargement. Entre nos limites expérimentales nous

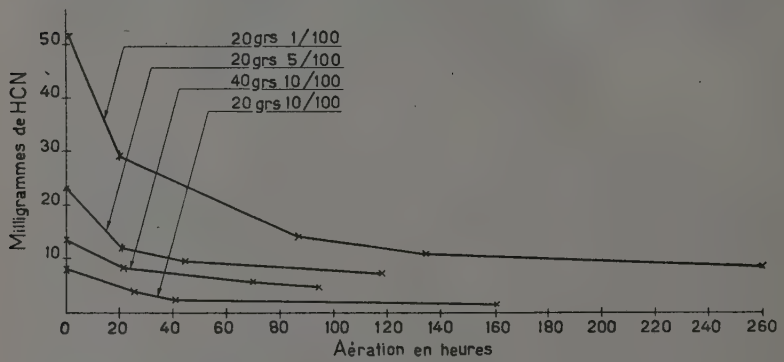


Fig. 2. — Graphique de la rétention en fonction de la durée d'aération pour plusieurs rapports de chargement. 20 g et 40 g d'imprégnés.

enregistrons en effet des rétentions à la sortie allant du simple à l'octuple en faisant varier les chargements de 10 à 1. Par conséquent toute opération de désinsectisation de marchandises susceptibles de retenir HCN est indéterminée lorsqu'on se borne seulement à fixer, comme le font ordinairement les praticiens, la concentration initiale et la durée de contact (avec les autres facteurs secondaires), puisqu'on peut obtenir une infinité de valeurs pour la rétention en faisant varier simplement le poids de marchandise. Utile particularité, cependant, en ce sens qu'une plus grande latitude en résultera avec ces trois facteurs, dans le choix, au mieux des conditions qu'imposera la pratique, des constantes d'un traitement aboutissant à la rétention mortelle désirée. Il est en effet superflu de démontrer que la mortalité de nos endoparasites est liée principalement à la rétention : il suffira en définitive de s'approcher d'une valeur déterminée de celle-ci au sortir de la chambre par exemple, par la voie la plus avantageuse, pour être assuré de leur destruction. Au cours des prochains essais nous nous efforcerons de préciser la valeur de cette rétention-seuil de mortalité.

L'examen du tableau I et des graphiques (1) montre en outre que la durée de contact pourrait être théoriquement abrégée, surtout pour les

chargements élevés, sans qu'il en découle de changement notable dans la concentration de l'enceinte et par suite dans la rétention. En particulier avec la charge de 110 kg, qui laisse un volume libre de 990 l., après 30 min l'absorption est déjà de

$$19{,}6 \times 1{,}1 - 2{,}5 \times 0{,}99 = 19{,}1 \text{ g. de HCN}$$

soit 88 p. cent environ des $19{,}6 \times 1{,}1 = 21{,}56$ g. initiaux, proportion qui passe à 89, 93 et 86 p. cent respectivement après 1 h., 4 h. et 6 h. C'est-à-dire qui ne se modifie guère, à quelques écarts expérimentaux près. Toutefois la mortalité des endoparasites mentionnés n'étant pas uniquement fonction de la rétention, mais également de la durée du traitement, il faudra éviter de sortir et d'aérer prématurément les châtaignes. Bien que de l'acide cyanhydrique demeure absorbé et capable de poursuivre un effet insecticide, la désorption qui suivrait serait plus rapide, et on pourrait assister à des réveils.

En complément il nous a paru opportun d'établir le bilan cyanhydrique des traitements. Calculons celui du chargement 5/100 avec 20 g. d'HCN. A la sortie, nous retrouvons absorbé par les châtaignes : $55 \times 0{,}238 = 13{,}09$ g. de HCN, auxquels s'ajoutent $1{,}4 \times 0{,}99 = 1{,}39$ de gaz résiduaire, soit au total 14,48 g. au lieu de $17{,}3 \times 1{,}1 = 19{,}0$ g. La perte enregistrée est normale. Elle représente d'une part celle, minime, due à l'absorption de HCN par les plateaux, et d'autre part la désorption pendant le temps qui s'écoule entre la sortie de la cellule et l'introduction des châtaignes, pesées et coupées en menus morceaux, dans le ballon de distillation. Le bilan cyanhydrique apporte ainsi la preuve en gros que l'opération a été correcte. Remarquons que la rétention à l'instant précis de la sortie, calculée d'après le tableau I serait de :

$$\frac{(17{,}3 \times 1{,}1 - 1{,}4 \times 1{,}045) \times 1\,000}{55 \times 10} = 31{,}9.$$

Il était également nécessaire de procéder à des essais d'utilisation pratique des Châtaignes dans les conditions de la consommation. Nous avons dosé HCN dans des lots de 250 g. de châtaignes, soit cuites entières à l'eau (20 min. d'ébullition), soit grillées, le dosage portant sur la totalité de chaque lot après épluchage. A titre indicatif, les lots ont donné 260-270 g. de Châtaignes bouillies, pesant après épluchage 215-240 g., et 135-195 g. grillées épluchées. Nous avons trouvé les taux suivants :

Quantités de HCN en mg pour 100 g.

Avant cuisson	2,97	1,52	5,6
Bouillies	1,59	0,67	5,2
Bouillies par rapport à la pulpe seule			5,8
Grillées		0,34	0,86
Grillées, par rapport à la pulpe seule			1,6

La cuisson telle qu'on la pratique habituellement est donc impuissante à éliminer la totalité de HCN absorbé, mais seulement une pro-

portion relativement faible et très variable d'ailleurs ; le départ par grillage se montrant toutefois plus complet étant donné la température de cuisson supérieure et une certaine quantité d'eau volatilisée. Il apparaît finalement que les Châtaignes possèdent une affinité particulière pour HCN, très énergique dès le début du traitement, et qui entraîne une remarquable persistance de rétention. Ainsi, après 44 jours d'aération nous avons encore retrouvé 1,37 p. cent de HCN dans des Châtaignes titrant 13,4 p. cent à la sortie, soit un peu moins du dixième, si l'on veut tenir compte d'une dessication partielle.

Résumé et conclusions.

L'étude de l'absorption de l'acide cyanhydrique par les Châtaignes soumises à la désinsectisation en fonction du poids (ou du volume) de la marchandise, les autres facteurs demeurant constants, montre que la rétention varie en raison inverse de ce poids dans des proportions assez considérables. Ainsi quand le chargement est décuplé la rétention à la sortie tombe au sixième ou au septième de sa valeur. L'influence du rapport de chargement est donc capitale, au même degré au moins que celle de la dose de HCN et de la durée de contat ; toute opération où il n'a pas été précisé est indéterminée. D'où l'ob igation, pour désinsectiser des marchandises absorbant HCN, de faire intervenir ce facteur dans le calcul de la quantité d'insecticide à employer.

L'absorption de l'acide cyanhydrique est très rapide, et sa vitesse est maxima au début du traitement ; pour les chargements importants elle est pratiquement complète après 1/2 h. ou 1 h.

Ces conclusions, v i ables pour les concentrations indiquées le seront évidemment aussi pour d'autres concentrations voisines (5, 10 g., etc.).

La rétention décroît en fonction de l'aération : désorption rapide tout d'abord, puis se ralentissant considérablement ensuite, au point que des quantités appréciables de HCN se retrouvent après un ou deux mois d'exposition à l'air.

La cuisson des Châtaignes n'élimine qu'une fraction de l'acide cyanhydrique absorbé, l'élimination étant plus poussée toutefois pour les Châtaignes grillées que pour les Châtaignes bouillies.

Reçu le 7 mars 1950.

ÉTUDE DES ACTIONS OVICIDES

I. - TECHNIQUES D'ESSAI

PAR

G. VIEL et Mlle M. CHANCOGNE

Laboratoire de Phytopharmacie
du Centre National de Recherches Agronomiques.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Revue sommaire des méthodes d'essais ovicides.

II. Technique utilisant les œufs d'Ephestia kühniella.
1. Avantages et désavantages de ces œufs.
2. Description de la méthode.
3. Précision de la méthode.
4. Premiers essais effectués.
5. Etude du dinitrocrésylate de sodium.

III. — Essais effectués sur les œufs de Cheimatobie.

IV. — Technique utilisant les œufs d'Aphis pomi.
1. Description de la méthode.
2. Application au dinitrocrésylate de sodium.

V. — Résumé et conclusions.

Un des buts des traitements d'hiver des arbres fruitiers est de détruire les œufs des insectes parasitant ces arbres. F. WILLAUME (14) classe les produits utilisés pour les traitements d'hiver en différentes catégories parmi lesquelles on trouve :

— Les produits pour traitements ovicides avec pour test les œufs de Cheimatobie et de Psylle du Poirier ;

— Les produits pour traitements aphicides avec pour test l'*Aphis pomi*.

Nous avons entrepris l'étude de la valeur des produits antiparasitaires en considérant spécialement leur pouvoir ovicide. Dans cette étude, nous nous sommes adressé d'abord aux œufs de la Pyrale de la farine *Ephestia kühniella* Zell., qui peuvent s'obtenir en grande quantité en toute saison, puis aux œufs de deux des principaux parasites des arbres fruitiers : la Cheimatobie *Operophtera brumata* L. et le Puceron vert du Pommier *Aphis pomi* De Geer. Nos méthodes d'essais de laboratoire sont décrites dans la présente note.

I. — REVUE SOMMAIRE DES MÉTHODES D'ESSAIS OVICIDES

L'efficacité d'un traitement d'hiver a d'abord été mesurée par la comparaison des dégâts effectués par les insectes éclos dans un verger dans lequel des parcelles étaient traitées avec les différents produits à étudier, tandis que d'autres non traitées servaient de témoin. Cette méthode est peu pratique et très imprécise. Elle nécessite un grand espace. Les parcelles doivent être assez importantes pour réaliser des lots comparables entre eux, car la dispersion des œufs sur les différents arbres d'un verger et par suite l'infestation de ces arbres est très hétérogène. Voici en effet des relevés de captures de Cheimatobies femelles sur les arbres d'une même rangée de Pommiers à cidre de la variété « Joly » situés dans un verger normand.

N° des arbres	Nombre de Cheimatobies ♀
2	3
3	13
4	5
5	8
7	2
9	16
10	42
17	3

Chaque femelle pondant un nombre d'œufs variable, il est malaisé de réaliser des lots d'arbres présentant des nombres voisins de parasites, en vue de la comparaison de différents produits. Enfin, en appliquant cette méthode, on observe l'action d'un traitement sur plusieurs espèces de ravageurs.

Les méthodes de laboratoire n'ont pas les mêmes inconvénients. Depuis une quinzaine d'années, de nombreux auteurs étrangers ont décrit de telles méthodes s'adressant directement aux œufs des insectes. Ils les ont adaptées à chaque espèce étudiée.

Les techniques qu'ils emploient varient peu. La plupart trempent les œufs dans des dilutions successives de bouillie ovicide. Certains cherchant à se rapprocher davantage des conditions pratiques d'un traitement d'hiver pulvérisent sur les œufs le produit étudié.

Gimingham et Tattersfield (8) ont utilisé les œufs d'*Operophtera brumata* L., *Selenaria tetralunaria* L., *Abraxas grossulariata* L., *Orgya antiqua* L., *Tortrix pronubanal*, *Polia oleracea* L. ; Breakley et Miller (1), les œufs de *Sitotroga cerealella* OL., *Ephestia kühniella* Lell, *Pseudococcus citri* Risso ; Steer (12), les œufs d'*Orgya Antiqua* L., *Operophtera brumata* L., *Aphis pomi* De Geer, *Paratetranychus pilosus* Can. et Franz. ; Hearns, Martin et Wilkins (2), les œufs d'*Aphis pomi* ; Breny (2) et Detroux (4), les œufs d'*Aphis pomi* également ; Gruber, Gunthart et Holenstein (9), les œufs d'*Ephestia kühniella*.

Enfin, Mlle G. Dierrick (5), dans sa thèse publiée en 1942, a étudié d'une façon très approfondie l'action des dinitrocrésylates, de l'huile minérale avec ou sans dinitrocrésol, de l'huile de goudron sur les œufs d'*Ephestia kühniella* et de quelques Pucerons.

II. — TECHNIQUES UTILISANT LES ŒUFS D'EPHESTIA KUHNIELLA

Nous avons utilisé en premier lieu les œufs d'*Ephestia kühniella*.

Avantages et désavantages de ces œufs.

Ephestia kühniella effectue toute son évolution dans la farine. A 25°, température à laquelle nous maintenons nos élevages, le temps d'incubation des œufs est de 7 jours. On peut obtenir plusieurs générations par an, alors que les œufs des parasites des arbres fruitiers n'en comptent qu'une. D'autre part, cet insecte s'élève facilement à la condition de renouveler souvent les élevages. Il est peu parasité et une femelle pond un assez grand nombre d'œufs, même si on ne la laisse pas en contact avec la farine. Si donc les œufs d'*Ephestia* réagissent aux ovicides comme ceux des parasites visés par les traitements d'hiver, on gagne un temps énorme à les employer.

Nous verrons cependant qu'à moins de disposer journellement d'un très grand nombre d'œufs, il existe un gros inconvénient à travailler sur cette espèce. Les résultats sont variables d'une série à une autre et il nous a été impossible de découvrir la cause de ces variations et de les éviter. Ce n'est qu'avec un nombre suffisant de répétitions qu'on peut tirer des expériences une valeur mesurant le pouvoir ovicide dans les conditions opératoires adoptées.

Description de la méthode.

a) **Obtention des œufs.** — Environ 200 larves, mises dans un cristallisoir contenant de la farine, sont placées à l'étuve à 25°, avec un degré hygrométrique variant entre 40 et 60 p. cent. Lorsque les papillons apparaissent, ils sont séparés chaque jour et mis dans un petit cristallisoir, dont le fond est recouvert d'un papier noir non adhérent. Les œufs sont recueillis au bout de 24 ou 48 h. Nous disposons ainsi journellement d'un nombre d'œufs suffisant pondus par plusieurs femelles. Les élevages sont renouvelés tous les quinze jours.

b) **Choix de la technique d'application.** — Le trempage, méthode généralement employée au laboratoire, semble être le procédé de choix pour étudier la valeur ovicide d'un produit. Les œufs sont complètement recouverts par la substance à essayer, de sorte que la répartition de la matière active sur tous les œufs traités en même temps semble devoir être la meilleure possible. Mais cette idée, exacte dans le cas d'une solution vraie, ne l'est pas forcément lorsqu'il s'agit d'une

émulsion. L'une des phases de l'émulsion peut être adsorbée sélectivement par la paroi des œufs, qui seraient ainsi soumis à un traitement plus ou moins énergique que ne l'indique la concentration du liquide. Par ailleurs, le but que nous poursuivons est d'étudier l'action de produits utilisés en pulvérisation, sur des œufs fixés aux rameaux, et qui, par suite, ne sont jamais tous complètement recouverts par la bouillie pulvérisée. Nous nous sommes demandé si l'efficacité ne change pas, suivant qu'on adopte l'une ou l'autre des méthodes. Nous les avons employées simultanément.

c) **Technique de trempage.** — Les œufs sont mis au nombre de 50 environ sur une rondelle de papier filtre quadrillé, (le quadrillage facilite le comptage), posée sur une plaque de porcelaine perforée P. Celle-ci est collée à un premier tube T_1, muni d'ergots de fixation. Un deuxième tube T_2, muni également d'ergots de fixation, est appliqué sur la rondelle. Les ergots sont reliés entre eux par des élastiques. L'appareil est fixé au travers d'un bouchon dans le goulot d'une fiole à vide reliée à une trompe à eau (*fig.* 1). On verse 2 cm³ du liquide à essayer sur les œufs, qu'on laisse en contact pendant 30 sec. On filtre en tirant modérement à la trompe, de façon qu'en 5 à 7 sec, l'essorage soit complet. On enlève le tube supérieur et on pose la rondelle de papier et les œufs sur une rondelle de papier filtre sec, dans le couvercle d'une boîte de Petri recouvert partiellement d'une plaque de verre. Les œufs ne sont ainsi jamais dans une atmosphère confinée. On compte le nombre exact d'œufs restant (quelques-uns ayant pu être perdus pendant le traitement), on enlève les œufs abimés, s'il y en a, et on porte le tout à l'étuve à 25°. Les éclosions commencent le 4e ou le 5e jour et sont terminées au bout de sept jours.

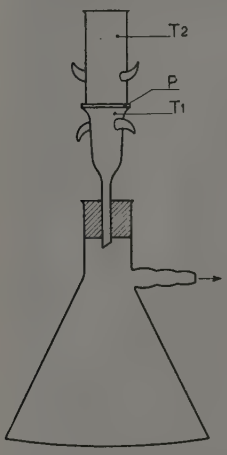


FIG. 1. - Appareil employé dans la technique de trempage.

d) **Technique de pulvérisation.** — Nous employons un petit pulvérisateur à pression préalable dans lequel nous mettons 1/2 l du liquide à essayer. La position des œufs par rapport au cône de sortie du pulvérisateur est déterminée de façon que la surface soumise à la pulvérisation reçoive 10 à 12 mg de bouillie par centimètre carré, ce qui peut être considéré comme un dépôt voisin de celui réalisé dans un traitement pratique.

Après la pulvérisation, les œufs sont comptés exactement. La rondelle qui les supporte est posée sur une rondelle de papier filtre sec, dans le couvercle d'une boîte de Petri recouvert d'une plaque de verre. Le tout est porté à l'étuve à 25°.

Dans la pulvérisation, comme dans le trempage, on compte les œufs non éclos au bout de 7 J. On ne recompte pas les enveloppes vides car il peut arriver que des larves entraînent leur chorion. On fait le pourcentage des œufs non éclos, en le corrigeant par la mortalité naturelle donnée par 50 œufs témoins. On obtient ainsi l'efficacité A du produit étudié donnée par la formule d'Abbott : $A = \frac{100\ (y - x)}{y}$, dans laquelle :

y = le pourcentage des œufs éclos au témoin ;
x = le pourcentage des œufs éclos après le traitement.

e) **Conduite d'un essai.** — Chaque produit est essayé à différentes concentrations, en une même série, qui contient toujours un lot de 50 œufs non traités. Voici un exemple du rythme d'éclosion de 52 œufs normaux maintenus à 25° avec une humidité de 40 à 60 p. cent.

Temps	Pourcentage d'œufs non éclos
2 jours	100
3 —	100
4 —	96
5 —	7
6 —	4
7 —	2
8 —	2

Pour chaque série, nous traçons une courbe des mortalités d'œufs en fonction des concentrations du liquide. Si l'on répète successivement l'essai des différentes concentrations d'un même produit, on constate souvent des variations de sensibilité des lots d'œufs utilisés. Il convient donc de faire la moyenne des efficacités de plusieurs essais sur chaque concentration. On écarte les séries pour lesquelles la mortalité des témoins est trop importante.

La courbe de mortalité moyenne est transformée en droite par un artifice mathématique, en admettant la normalité de la distribution des mortalités en fonction du logarithme des concentrations.

Les actions ovicides observées sont comparées à celle du dinitrocrésylate de sodium pur, choisi comme produit étalon.

Précision de la méthode.

Mlle G. Dierrick (5) a opéré sur un millier d'œufs pour chaque concentration de produit étudié, en faisant 10 répétitions comprenant chacune 100 œufs. Cela supposait qu'elle disposait chaque jour d'un très grand nombre d'œufs, ce qui lui permettait de réaliser des populations moyennes à peu près identiques entre elles dans chaque série. Malgré cela, elle obtenait des résultats aberrants. Elle calculait la déviation standard pour chaque essai, en appliquant le critérium de Chauvenet. Elle éliminait ou donnait sous réserve les résultats qui différaient très fortement de la moyenne.

Les conditions dans lesquelles nous opérons ne nous permettent pas de réaliser à chaque série des populations suffisamment semblables. Aussi, les répétitions diffèrent sensiblement les unes des autres, et les moyennes des résultats obtenus présentent des erreurs assez importantes. Voici un exemple donné par un trempage dans une solution de dinitrocrésylate de sodium à 0,25 p. cent.

Série	Efficacité
1	11 p. cent
2	56 —
3	30 —
4	26 —
5	36 —
6	19 —
7	91 —

Cependant, comme nous opérons dans chaque série avec plusieurs concentrations d'un même produit, les différents points obtenus sont dépendants les uns des autres, et, dans chaque série, la mortalité croît avec la concentration. Aussi, en faisant la moyenne des efficacités calculées à chaque concentration, nous obtenons une courbe de mortalité.

Ces déterminations, sans avoir une précision rigoureuse, permettent cependant d'apprécier approximativement la valeur ovicide d'un produit étudié et de faire la comparaison de produits dont les propriétés ne sont pas trop voisines.

Nous obtenons ainsi un ordre de grandeur des concentrations à employer dans nos essais sur les œufs d'espèces visées par les traitements d'hiver des arbres fruitiers.

Premiers essais effectués.

Nous avons effectué plusieurs essais préliminaires, afin d'évaluer l'importance de différents facteurs agissant sur la mortalité des œufs.

a) **Influence du temps de trempage.** — Nous nous sommes assurés qu'un temps de 30 sec. était suffisant, comme le montre l'essai d'une solution de dinitrocrésylate de soude à 0,25 p. cent :

Temps de trempage :	30"	1/2 h	1 h	1 h 1/2
Efficacités 1re série :	25	38	22	
Efficacités 2e série :	32	35	58	65

Si les temps deviennent très longs, l'activité du dinitrocrésylate peut croître lentement, mais la durée de 30 sec. donne une marge de temps suffisante, pendant laquelle l'action du produit reste constante.

b) **Influence de l'humidité de l'étuve.** — Après GRUBER, GÜNTHART et HOLENSTEIN (9), nous constatons que l'humidité de l'étuve

a une très grande importance, tant au point de vue de l'éclosion des œufs non traités, que de l'action du dinitrocrésylate de sodium sur les œufs traités.

Nous avons constaté qu'une atmosphère saturée ne convient pas au développement des œufs. Ainsi, nous divisons en deux lots un échantillon de 100 œufs ; 50 œufs sont posés sur une rondelle de papier filtre dans un cristallisoir plat suivant la technique habituelle ; la rondelle qui contient les 50 autres est mise sur un support dans un petit cristallisoir dont le fond est rempli d'eau, de sorte que l'atmosphère dans laquelle se trouvent les œufs soit saturée d'humidité. Le tableau suivant indique les résultats obtenus :

TABLEAU I

Influence de la saturation de l'atmosphère sur les éclosions.

Temps	Eclosions en atmosphère à 50 p. cent d'humidité	Eclosions en milieu saturé
5 jours	80 p. cent	0 p. cent
6 —	93 —	0 —
7 —	93 —	0 —
8 —	93 —	0 —
11 —	93 —	0 —

D'autre part à des humidités différentes correspondent des actions différentes du dinitrocrésol, ainsi que le montrent les essais suivants :

Œufs traités au dinitrocrésylate de sodium à 0,25 p. cent.

Humidité de l'étuve	20 p. cent	50 p. cent
Efficacités	10	32

Œufs traités au dinitrocrésol pur à saturation.

Humidité de l'étuve	20 p. cent	50 p. cent
Efficacités	5	100

L'activité du dinitrocrésol croît avec le degré hygrométrique de l'atmosphère.

c) **Influence de la réaction chimique du support.** – Il est possible que les différences observées dans l'éclosion des œufs, suivant qu'on les met sur tel ou tel support, soient dues à des différences d'humidité qui se communiqueraient aux œufs. Elles paraissent indépendantes du *p*H du support.

Ainsi, nous avons pulvérisé du dinitrocrésylate de sodium à 0,25 p. cent sur des œufs placés sur des supports différents : le papier filtre employé habituellement dont le *p*H est voisin de 6,0 et des rondelles autres, toutes de *p*H très voisins de 4,0. Nous avons obtenu les résultats suivants qui montrent qu'avec sept supports différents de *p*H très voisins, les efficacités varient de 49 à 100.

TABLEAU II

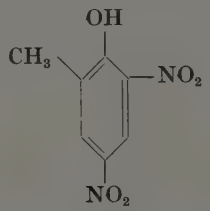
Action du dinitrocrésylate de soude à 0,25 p. cent pulvérisé sur des œufs d'Ephestia placés sur différents supports.

Support des œufs	*p*H des supports	Efficacités
Papier filtre	6,0 environ	35
Liège	4,0 —	49
Moelle de sureau	4,0 —	73
Ecorce de pommier	4,0 —	77
Papier n° 1	4,0 —	91
— n° 2	4,0 —	100
— n° 3	4,0 —	100
— n° 4	4,0 —	100

En conclusion, nous avons adopté comme support dans les deux méthodes, le papier filtre ; un temps de trempage de 30 sec.. et une humidité aussi voisine que possible de 50 p. cent pendant la durée d'incubation.

Etude du dinitrocrésylate de sodium.

Il est utile de comparer les actions ovicides des différents produits essayés à celle d'un étalon, défini avec précision. Nous avons choisi le 2-4-dinitro-orthocrésylate de sodium :



Nous l'avons préparé en neutralisant par la soude le dinitrocrésol commercial purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool. Le *p*H des solutions obtenues avec le sel ainsi préparé est de 6,0 environ.

Les essais ont été faits à plusieurs concentrations. Ils ont été répétés un grand nombre de fois, et c'est l'efficacité moyenne de chaque concentration qui sert à établir le tableau suivant, dans lequel nous faisons figurer le log. des concentrations $\times 10^2$ et le probit des efficacités (7).

TABLEAU III

*Efficacités du dinitrocrésylate de sodium sur œufs d'*Ephestia *en pulvérisation et en trempage.*

Concentration en dinitrocrésylate	Concentration en dinitrocrésol	Log. conc. $\times 10^2$	Pulvérisation		Trempage	
			Efficacité	Probit	Efficacité	Probit
0,06 p. cent	0,055 p. cent	0,740			8	3,59
0,125 —	0,11 —	1,041	10	3,72	24	4,29
0,25 —	0,22 —	1,342	30	4,48	32	4,61
0,50 —	0,44 —	1,643	63	5,33	89	6,13
1 —	0,88 —	1,944			100	

Les droites données par les log. concentration et les probits d'efficacité sont représentées sur les figures 2 et 3. Elles ne sont pas identiques pour le trempage et la pulvérisation. Cependant, dans les

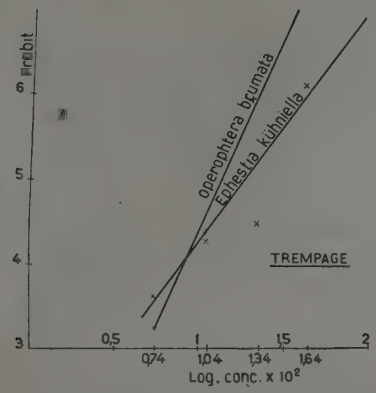


FIG. 2. — Comparaison de l'action ovicide du D.N.C. Na sur *Ephestia kühniella* Zell. et *Operophtera brumata* L. (Méthode de trempage).

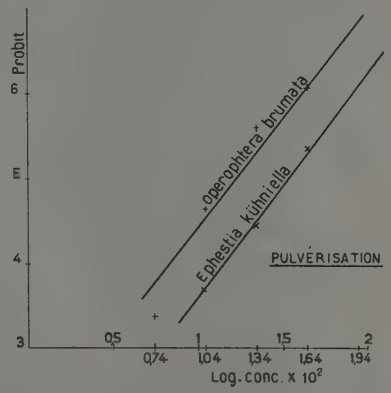


FIG. 3. — Comparaison de l'action ovicide du D.N.C. Na sur *Ephestia kühniella* Zell. et *Operophtera brumata* L. (Méthode de pulvérisation).

deux cas, la D.L. 50 se situe entre 0,25 et 0,50 p. cent en dinitrocrésylate. S'il existe une différence d'action entre le trempage et la pulvérisation, elle est en faveur de la première technique.

III. — ESSAIS EFFECTUÉS SUR LES ŒUFS DE CHEIMATOBIE

Obtention des œufs.

Nous avons appliqué la méthode préconisée par P. GRISON et B. SYLVESTRE de SACY. Nous leur sommes reconnaissants des renseignements qu'ils nous ont donnés.

Fin octobre, peu de temps avant la sortie des insectes parfaits, les arbres fruitiers sont ceinturés à 1 m 50 du sol par un grillage en toile métallique attaché à sa partie supérieure par une ficelle, et s'évasant en forme d'entonnoir. A partir de la tombée du jour, les femelles qui ne peuvent voler grimpent le long du tronc et sont arrêtées sous la toile métallique ; on les retrouve fréquemment dans la partie où le grillage s'adapte à l'arbre, et on les ramasse le matin à l'aide d'une pince souple en soulevant le piège. Parfois il est nécessaire de détacher le grillage. Les femelles sont alors placées séparément dans des tubes de verre tapissés d'une double épaisseur de mousseline et fermés à leurs deux extrémités par un capuchon de mousseline, également en deux épaisseurs. Les tubes sont gardés à l'extérieur, abrités de la pluie. Les femelles

introduisent leur oviscapte entre les deux mousselines et y déposent leurs œufs. Ceux-ci sont ensuite facilement récoltés. Un léger frottement du doigt sur la mousseline tendue déloge sans les abimer ceux qui sont encastrés dans les mailles du tissu.

En 1949, en disposant dans un verger de Pommiers de Normandie, infesté de Cheimatobies, 51 pièges, par ce procédé il a été récolté entre le 12 novembre et le 15 décembre, 250 femelles (1). Nous avons pu recueillir 28 300 œufs dont plus de 26 000 étaient fécondés. Les œufs fécondés sont faciles à reconnaître, car ils virent du vert pâle à l'orangé. Les œufs non fécondés restent verts.

Tous ces œufs sont mélangés en un seul lot. Les différentes prises que l'on peut effectuer au cours des essais réalisent des échantillons moyens rassemblant des œufs de plusieurs femelles et à des stades différents de développement, tels qu'on peut les rencontrer pratiquement dans le traitement d'hiver d'un verger.

L'action du dinitrocrésylate de sodium a été étudiée sur un lot d'œufs récoltés dans un verger de Versailles, suivant la technique décrite ci-dessus. Les œufs ont été pondus entre le 18 novembre et le 9 décembre 1948, conservés en chambre froide à + 1° et traités les 28 et 30 décembre.

P. Grison, R. Gaumont et Mlle M. Chancogne (3), ont montré que les œufs de Cheimatobie présentent deux stades très sensibles au dinitrocrésol : tout de suite après la ponte, et très peu de temps avant l'éclosion. Tous les œufs que nous avons traité avaient effectué le virage du vert à l'orangé. Ils étaient dans une période de développement située entre les deux stades de grande sensibilité.

Essais effectués.

Nous avons conservé pour les œufs de Cheimatobie les deux méthodes de trempage et de pulvérisation mises au point pour les œufs d'*Ephestia*.

900 œufs nous ont servi à établir par trempage une courbe de mortalité avec le dinitrocrésylate de sodium pur aux mêmes concentrations que celles employées avec les œufs d'*Ephestia*. Nous les avons traités par lots de 50 et avons fait trois répétitions pour chaque concentration. 150 œufs ont été traités à l'eau pour servir de témoin.

900 autres œufs ont été traités aux mêmes concentrations par pulvérisation.

Les œufs sont gardés sous abri à l'extérieur du laboratoire.

Les éclosions commencent au début de mars et s'échelonnent jusqu'au 5 avril. Leur rythme est irrégulier, aussi bien dans les séries témoin que dans les séries traitées. Voici les dates d'éclosion pour deux lots témoins.

(1) Ce travail a été exécuté par MM. Faure et Porcheron ; nous les en remercions bien vivement.

TABLEAU IV

Eclosion normale des œufs de Cheimatobie.

1er LOT				2e LOT			
Dates	Œufs éclos	Œufs non éclos	P. cent d'œufs éclos	Dates	Œufs éclos	Œufs non éclos	P. cent d'œufs éclos
8 mars	6	45	11	8 mars	5	39	11
14 mars	22	29	43	14 mars	28	16	65
21 mars	42	9	82	21 mars	42	2	95
26 mars	46	5	90	26 mars	42	2	95
5 avril	46	5	90	5 avril	42	2	95

Action ovicide du dinitrocrésylate de sodium.

Si on considère les résultats finaux, ils sont beaucoup plus cohérents que ceux obtenus avec *Ephestia kühniella.*

TABLEAU V

Action du dinitrocrésylate de sodium, par trempage, sur les œufs de Cheimatobie.

Concentrations p. cent en dinitrocrésylate	0	0,06	0,125	0,25	0,50	1
Mortalités : Série I ...	9,8	11,7	36,5	89,5	100	100
— Série II ..	4,5	16,3	22,2	84,6	100	100
— Série III..	15,5	14	42,6	80,3	100	100

Si nous calculons les efficacités moyennes et construisons les droites donnant les probits d'efficacité en fonction des logarithmes des concentrations, nous obtenons les résultats suivants :

TABLEAU VI

Efficacité du dinitrocrésylate de sodium sur les œufs de Cheimatobie, en trempage et en pulvérisation.

Concentrations en dinitrocrésylate	Concentrations en dinitrocrésol	Log. conc. × 10^2	Pulvérisation		Trempage	
			Efficacité	Probits	Efficacité	Probits
0,06	0,055	0,740	15	3,36	4	3,25
0,125	0,11	1,041	35	4,61	26	4,36
0,25	0,22	1,342	72	5,58	83	5,95
0,50	0,44	1,643	86	6,08	100	
1	0,88	1,944	96	6,75	100	

Dans les deux techniques utilisées, la dose léthale médiane se place entre 0,125 p. cent et 0,250 p. cent en dinitrocrésylate.

Le traitement par pulvérisation se révèle légèrement moins efficace que le traitement par trempage ; la mortalité totale des œufs n'étant pas atteinte, même à une concentration de 1 p. cent.

IV. — TECHNIQUE UTILISANT LES ŒUFS D'APHIS POMI

Les femelles sexuées d'*Aphis pomi* déposent, à l'arrière-saison, les œufs d'hiver sur les parties terminales des rameaux de Pommier. Les œufs sont répartis sur toute la surface de l'écorce et forment souvent des amas à l'intersection d'un bourgeon et du rameau. Ils sont solidement fixés à l'écorce, et lorsque nous avons essayé de les en détacher, nous en avons abimé un grand nombre. C'est pourquoi nous les avons laissé sur leur support naturel.

Description de la méthode.

Nous avons opéré également par trempage et par pulvérisation. Les traitements ont été effectués au début de l'hiver. Nous n'avions pas de renseignements sur les dates exactes des pontes. D'après Van de Pol et Besemer (13) les œufs d'*Aphis pomi* ont la même sensibilité au dinitrocrésol pendant tout l'hiver.

Nous avons compté 900 œufs répartis par groupes de 150 environ. Un lot de 150 œufs a été trempé pendant 30 sec. dans l'eau et sert de témoin. Les autres lots ont été trempés dans les solutions des différentes concentrations du produit à étudier.

Lorsqu'il s'est agi de traiter les œufs par pulvérisation, nous avons été obligés de modifier quelque peu la méthode employée avec *Ephestia kühniella* et *Operophtera brumata*, pour que le plus grand nombre possible d'œufs soient atteints.

Nous avons fait des lots de 150 œufs, en choisissant des rameaux sur lesquels la répartition des œufs était assez homogène, de façon à ce qu'ils aient tous à peu près la même taille. Nous les avons piqués sur l'axe d'un moteur. La vitesse de rotation de la plaque ainsi que la durée de la pulvérisation ont été déterminées pour que chaque cm^2 de rameau reçoive 10 à 12 mg de bouillie pendant l'opération (quantité correspondant à celle reçue dans un traitement ordinaire). Dans un essai préalable, un cylindre de papier filtre représentait un rameau moyen. L'étude des variations de son poids après différentes pulvérisations, nous a permis de constater que la plaque devait faire un tour toutes les deux secondes, et qu'il fallait que le liquide soit projeté pendant 10 sec.

Après traitement, les rameaux sont gardés sous abri à l'extérieur du laboratoire, dans des tubes à essai bouchés par un tampon de coton. Lorsque les éclosions sont terminées, on détache les œufs un à un des rameaux et on établit le pourcentage des œufs non éclos.

Les pourcentages de mortalité observés sont soumis aux calculs précédemment indiqués.

Application au dinitrocrésylate de sodium.

Le traitement a été fait les 10 et 12 janvier, les observations à la fin du mois d'avril. Les efficacités suivantes ont été trouvées :

TABLEAU VII

*Efficacité du dinitrocrésylate de sodium sur les œufs d'*Aphis pomi.

Concentrations en dinitrocrésylate	Concentrations en dinitrocrésol	Efficacités	
		Pulvérisations	Trempage
0,06	0,055	89	80
0,125	0,11	85	83
0,250	0,22	90	61
0,50	0,44	94	84
1	0,88	84	91

Il apparaît nettement que les efficacités n'augmentent pas régulièrement avec les concentrations. L'explication est sans doute la suivante. On peut admettre que, jusqu'à la plus faible concentration, tous les œufs touchés par l'ovicide ont été détruits. En effet, étant donné la répartition des œufs d'*Aphis pomi* sur les rameaux, un certain nombre d'entre eux est protégé et 30 sec. de trempage ne suffisent pas à les atteindre tous, non plus qu'une pulvérisation.

Cette hypothèse a déjà été émise par IVANOVA (10).

V. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Résumons en un seul tableau les résultats obtenus par les deux techniques avec les trois insectes étudiés.

TABLEAU VIII

Action ovicide du dinitrocrésylate de sodium.

Conc. en D.N.C.	Méthode de trempage						Méthode de pulvérisation					
	Aphis pomi		*Ephestia kühniella*		*Operophtera brumata*		*Aphis pomi*		*Ephestia kühniella*		*Operophtera brumata*	
	Efficacité	Probits	Efficacité	Probits	Efficacité	Probits	Efficacité	Probits	Efficacité	Probits	Efficacité	Probits
0,055	90		8	3,59	4	3,25	89				15	3,36
0,11	83		24	4,16	26	4,36	85		10	3,72	35	4,61
0,22	61		35	4,29	83	5,95	90		30	4,48	72	5,58
0,44	84		87	4,61	100		94		63	5,33	86	6,08
0,88	91		100	6,13	100		84				96	6,75

Les œufs d'*Ephestia kühniella* sont un peu moins sensibles à l'action des produits à base de dinitrocrésol que les œufs de Cheimatobie et beaucoup moins sensibles que ceux d'*Aphis pomi*.

La méthode par pulvérisation donne, à concentrations égales, des efficacités plus faibles que la méthode par trempage.

On ne peut rien déduire des essais sur œufs d'*Aphis pomi*, puisqu'on s'est toujours trouvé dans la zone donnant près de 100 p. cent de mortalité.

Les œufs d'*Ephestia kühniella*, dans les conditions où nous les employons, peuvent servir à étudier les toxicités relatives de différents produits à base de colorants nitrés. Ils donnent une idée de l'ordre de grandeur des concentrations efficaces contre la Cheimatobie.

Les œufs d'*Aphis pomi* sont trop sensibles, et d'un maniement peu commode, pour l'étude des ovicides à base de dinitrocrésol.

Les œufs de Cheimatobie, au contraire, paraissent appropriés à l'étude de l'action ovicide des produits antiparasitaires contenant des colorants nitrés, et probablement des autres substances ovicides. Ils présentent l'intérêt d'être directement visés par les traitements d'hiver des arbres fruitiers.

En résumé, pour une étude complète des actions ovicides, nous recommandons d'effectuer les expériences précises sur les œufs de Cheimatobie. Suivant la nature des substances à essayer, on choisira la technique du trempage ou celle de la pulvérisation.

Reçu le 31 *mars* 1950.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Breakley (E.P.) et Miller (A.C.). — A method for comparing the ovicidal properties of contact insecticides. *J. Econ. Entom.*, 28, 1935, p. 353.

(2) Breny (R.). — Détermination de la vitalité des œufs de Puceron dans l'étude du pouvoir ovicide des produits insecticides. *Bulletin de l'Inst. Agron. et des Stations de Recherches de Gembloux*, t. VII, nº 3, p. 276-288.

(3) Mlle Chancogne (M.), Gaumont (R.) et Grison (P.). — Différences de sensibilité de divers stades embryonnaires de la Cheimatobie (*Operophtera brumata* L., *Lépidoptère géométridé*), à l'action du dinitrocrésylate de sodium. *Comptes R. Acad. des Sciences*, t. 228, p. 776-777, 1949.

(4) Detroux (L.). — Essais sur la valeur comparée de quelques produits ovicides utilisés pour la destruction des œufs du Puceron du Pommier (*Aphis pomi* L.). *Parasitica*, t. IV, nº 4, p. 175-185, 1948.

(5) Mlle Dierrick (G.F.E.). — De ovicide werking van winterprolimiddelen besturdeed in het laboratorium. Thèse de doctorat, Amsterdam, 1942.

(6) Emneus (C.W.). — Principles of Biological Assay. I vol, Chapman and Hall Ltd. Londres 1948.

(7) Finney (D.S.). — Probit analysis. I vol., *Cambridge University Press*, 19.

(8) Gimingham (C.T.) et Tattersfield (F.). — Laboratory and field experiments on the use of 3-5 dinitro-o-crésol and the sodium salt for winter spraying. *J. Agric. Scient.* 17 april 1927, p. 162-180.

(9) Gruber (M.), Günthart (E.) et Holenstein (R.). — Die ovizide wirkung von winterspritzmitteln für den obstbau. Laboratorumsmässige Prüfung mit Eiern der Mehlmotte, *Ephestia kühniella* L. *Bulletin de la Société entomologique Suisse*, vol. XX Heft 4, p. 317-322, 1947.

(10) Ivanova (N.A.). — Method of testing the effectiveniss of mineral oil on the eggs of the apple sucker. *Psylla mali. Plant prob.*, nº 14, Leningrad 1937.

(11) Kearns (H.C.H.), Martin (H.) et Wilkins (A.). — Investigations on eggs killing washes. The ovicidal properties of hydrocarbon oils on *Aphis pomi* De Geer. *J. Pomology Hort. Sci.*, 15, nº 1, p. 56-68, 1937.

(12) Sterr (W.). — Laboratory methods for the biological testing of insecticides. *J. Pomology Hort. Sci.*, 15, 1938.

(13) Van de Pol (Ph.) et Besemer (A.F.H.). — De bepaling van de cidoodende werking van winterbestrydings middelen in het laboratorum. *Tijdschr.*, t. 52, p. 1-17, 1946.

(14) Willaume (M.F.). — Evolution des traitements d'hiver des arbres fruitiers. *Phytoma*, t. I, fasc. 2, p. 4-13.

NOTES PHYTOSANITAIRES

RÉPERTOIRE ANALYTIQUE DES INSECTES, ACARIENS ET NÉMATODES NUISIBLES AUX CULTURES EN FRANCE AYANT PRÉSENTÉ D'INTÉRESSANTES PARTICULARITÉS EN 1948 (1)

Documentation réunie par le Service de la Protection des Végétaux et l'Institut National de la Recherche Agronomique groupée et présentée par

A. HOFFMANN
Chef du Laboratoire de Faunistique agricole de l'I.N.R.A. (Versailles)

I. — ESPÈCES NOUVELLES OU FAISANT DES DÉGATS ANORMAUX

Hémiptères.

Tychea trivialis PASS. (*Aphididae*). — Ce Puceron vit dans les racines du Maïs, dans les Landes, et en compromet gravement le développement. Il se trouve normalement dans les racines de diverses Graminées, notamment celles du genre *Poa*, en juillet-août (S.A. Landes).

Lépidoptères.

Sesamia cretica LED. (*Noctuidae*). — Cette Noctuelle, nouvelle pour la France, occasionne d'énormes dégâts au Sorgho à balais dans le Gard et le Vaucluse (P. NEPVEU). *C.R. Acad. Agr. Fr.*, nº 17, 1948, p. 971.

Epiblema foenella L. — Ce *Tortricidae* vit aux dépens du Carthame, dans le Gard. (P. NEPVEU). HOFFMANN, dét.

Pyrausta aeralis HUBN. — Ce *Pyralidae* est nuisible au Carthame dans les mêmes régions que l'espèce précédente. (P. NEPVEU ; HOFFMANN, dét.)

Hypoplectis adspersaria HUBN. — La chenille de ce *Geometridae* occasionne d'énormes dégâts sur le Genêt à balais (*Sarothamnus Scoparius* L.) dont la croissance spontanée est protégée actuellement, en Sologne, en vue de son utilisation comme nouveau Textile (Institut Pasteur, HOFFMANN, dét.).

Argyroploce (*Olethreutes*) *oblongana* DUP. (*Tortricidae*). — Nuisible dans le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône, aux capitules du Cardère (*Dispsacus fullonum* MILL), très abondant à proximité de *D. silvestris* MILL. Dégâts de 30 p. cent aux environs d'Arles (NEPVEU ; HOFFMANN, dét.).

Laspeyresia molesta BUSK. — Dégâts en octobre sur écussons de Prunier en pépinière à Saint-Antonin (T.-et-G.) (P.V. Toulouse). Dégats nouveaux par leur époque, les organes attaqués et l'essence fruitière (Prunier en pépinière).

Diptères.

Thomasiniana oculiperda RUBS. — Des pertes sensibles ont été enregistrées en 1948 sur les greffes en écusson d'arbres fruitiers (Poiriers, Pommiers, Abricotiers, Rosiers, etc.) dans certaines pépinières de la région lyonnaise. Ces pertes sont de l'ordre de 50 à 60 p. cent et même de 70 p. cent pour les Rosiers.

(1) Pour toutes précisions sur la méthode utilisée dans l'établissement de ce répertoire et les conventions adoptées dans sa présentation se rapporter au répertoire de 1945-1947, paru dans le 3e fascicule, tome I, 1948, de la Revue Technique de la Protection des Végétaux.

Le dessèchement des greffes est provoqué par les larves de Cécidomyie qui s'attaquent aux tissus et s'enfoncent graduellement dans ceux-ci. Il semble bien que nous soyons en présence de *Thomasiniana oliculperda*.

Ces mêmes dégâts ont été signalés par M. DELOUSTAL à Jansé (I.-et-V.) sur écusson de Pommier ; par MM. COUTURIER et PANSIOT dans le Dijonnais ; par M. VENTURA sur Prunier en Seine-et-Marne, 1947, enfin par M. CAIRASCHI, sur Rosier, dans le Bas-Rhin (1947 et 1948). (J. D'AGUILAR, L. DUMONT et MILAIRE, *C.R. Acad. Agr. Fr.*, 9 mai 1949.)

Hyménoptères.

Dorylus fulvus WESTWOOD (*Formicidae*). — Cette Fourmi aveugle commet d'importants ravages dans les ruchers, à Perregaux (Oranais), elle dévore les larves, les nymphes et le miel. (C. PARRADEAU, *Bull. Soc. Centr. d'Apic.*, mars 1949, n° 3, p. 20. — A. HOFFMANN, *même Bulletin*, p. 23 et *Bull.*, avril 1949, n° 4, p. 25.)

Coléoptères.

Lixus junci BOH. (*Curculionidae*). — La larve continue de se montrer extrêmement nuisible aux cultures de Betteraves porte-graines dans la région d'Angers ; plusieurs dizaines d'hectares ont subi des attaques qui peuvent s'évaluer à 85 p. cent. Une étude sur ce dangereux Charançon est en cours par MM. RIBAULT et HOFFMANN.

Lixus Remaudieri HOFFM. (*Curculionidae*). — Nouvelle espèce récemment décrite (*Revue de Pathologie végét. et d'Ent. agr. Fr.*, XXVII, 1948, fasc. 2), commettant à l'état larvaire, de graves dégâts aux cultures d'Œillets dans les Bouches-du-Rhône (20 à 25 p. cent des plants entièrement détruits en 1946-1947). Le bilan des pertes en 1948 n'est pas encore évalué. L'étude de la larve et la biologie de l'insecte ont été publiées dans la Revue précitée.

Cleonus piger SCOP. (*Curculionidae*). — La larve creuse des galeries dans le collet de l'Artichaut qu'elle fait périr ; les dégâts ont lieu en mars-avril, un peu avant le départ de la végétation. Région de Pontoise ; Saint-Ouen l'Aumône (S.-et-O.) (HOFFMANN, dét.).

Ceuthorrhynchus macula-alba HERBST (*Curculionidae*). — Ce Charançon déjà connu pour ses dégâts aux cultures d'Œillette en Europe centrale et orientale n'avait jamais été observé comme nuisible à cette plante en France. Il vient d'y être signalé (BALACHOWSKY, *L'Entomologiste*, 1947, p. 208) ayant commis des déprédations, à l'état larvaire dans les capsules de cette oléagineuse, en 1945, et surtout en 1946, dans l'Yonne et le Massif Central. Il a été également observé en 1948, au début d'août, dans les mêmes conditions dans les cultures du Centre National des Recherches agronomiques de Versailles. L'insecte répandu en France, notamment dans le Centre, vit normalement sur des Papaveracées sauvages : *Papaver rheas* et *P. argemone*.

Rhynchites pauxillus GERM. (*Curculionidae*). — Observé à Kœnigshoffen (Bas-Rhin), par le Service P.V. de Strasbourg, comme nuisible aux Rosiers cultivés, sur feuilles.

Rhynchites germanicus HERBST (*Curculionidae*). — Nuisible au Fraisier dont il coupe le pédoncule floral à Rouffach (Bas-Rhin). Déjà signalé pour faire de gros dégâts sur cette plante, en Angleterre, dans le Kent (Dikers). (Fn. Versailles.)

Tanymecus palliatus L. (*Curculionidae*). — Espèce polyphage signalée pour ses dégâts sur Chrysanthème et sur jeunes Fèves. D'après une récente communication de M. ROEHRICH, commettrait des dégâts sur bourgeons de Poirier, en Gironde (Lab. Zool. Sud-Ouest) (1).

Omophlus lepturoides F. (*Alleculidae*) (La Grande Cistèle rousse). — Cet insecte a pullulé, cette année, en Charente-Maritime, Charente et Deux-Sèvres, où l'adulte a fait d'énormes dégâts sur divers fruits (Cerises, Pommes, Poires), il a dévoré également les inflorescences de la Vigne, les pousses des céréales et diverses fleurs (Roses, Œillets, etc.). (ROEHRICH et R. GUIBERT, *C.R. Acad. Agr. Fr.*, 6 avril 1949, t. 35, n° 7, p. 282.)

Acariens.

Rhizoglyphus echinopus FUM. et ROB. — Dégâts graves sur Ail et Oignon dans le Gers et le Tarn-et-Garonne, 40 p. cent de dégâts en avril, mai et juin (P.V. Toulouse).

(1) Cet insecte commet, certaines années, des dégâts énormes aux cultures de betteraves en Pologne Orientale et Méridionale (Renseignements récemment fournis par le Dr SMRECZYNSKI, de l'Université de Cracovie).

Tetranychus telarius L. — Dégâts classiques en serres. A noter la présence, en Seine-et-Oise, de Scymnus sp. (Col. Cocc.), prédateur spécifique des Tetranyques, peu connu en France septentrionale (ARNOUX).

Tetranychus urticae L. — Cet Acarien bien connu pour s'attaquer au Houblon, a provoqué des dégâts en de nombreux endroits, dans le Bas-Rhin, sur Pommes de terre (COUTURIER).

Bryobia praetiosa KOCH. — Observé à plusieurs reprises sur Pommier et Poirier dans la région parisienne. Dégâts précoces au départ de la végétation (1re génération issue des œufs d'hiver déposés en abondance en 1947). Pullulation réduite par la suite (ARNOUX et VENTURA).

Nématodes.

Heterodera rostochensis WOLLE. — Cette Anguillule nouvelle en France parasite gravement les Pommes de terre, mais sur des foyers limités, dans la région de Dunkerque (P.V. Paris) et dans les régions maraîchères de Triel et Carrières-sous-Poissy (S.-et-O.). Signalée par D.S.A. de Versailles. (RITTER, *R.C. Acad. Agr. Fr.*, n° 11, 22 juin 1949.)

Collemboles.

Sminthurus viridis L. — Fortes attaques sur plants de semis de Pomme de terre à Chateaulin (Finistère). Cet insecte fait des dégâts consistant en des perforations de la cuticule des feuilles et des cotylédons ; puis autour du trou, il dévore les tissus parenchymateux, formant ainsi une mine en auréole (J. D'AGUILAR, *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 1948, n°s 5-6, p. 65).

II. — PULLULATIONS IMPORTANTES

Hémiptères.

Quadraspidiotus perniciosus COMST (*Coccidae*). — Par suite de la généralisation des traitements et d'une technique appropriée on observe en 1948 dans la région lyonnaise, une amélioration de la situation sur le foyer d'infection et le maintien de celui-ci dans ses anciennes limites. Par contre, plusieurs nouveaux points d'attaque ont été constatés, dont quelques-uns assez marqués, dans l'Ain (Mésériat), le Cher et la Nièvre (Cosne).

L'été 1948, assez froid, a été défavorable à la pullulation. Si, en 1947, il y eut dans le Rhône deux générations et une troisième partielle en fin de saison, en 1948, par suite des températures basses du mois de juillet, une diapause larvaire estivale s'est effectuée déjà au cours de la première génération, la 2e génération, de ce fait, fut peu nombreuse et il n'y eut pas de 3e génération (VASSEUR). Il n'y a rien de spécial à signaler sur les anciens foyers de la région méditerranéenne.

Quadraspidiotus pyri LICHENSTEIN (*Coccidae*). — Ce nom devra s'appliquer désormais à l'insecte désigné comme étant *Q. Ostreaeformis* des auteurs. Il existe, en effet, d'après un travail récent de BALACHOWSKY, deux espèces distinctes sous ce dernier nom. Le véritable *ostreaeformis* CURTIS paraît rare en France alors que le *pyri* y est très répandu. *Rev. de Path. végét. et d'Ent. agr.*, Fr., XXVII, 1948, fasc. 2.

Psylla pyri L. (*Psyllidae*). — Cette espèce, donnée comme rare par certains auteurs, est en réalité répandue, notamment dans la région parisienne (COUTIN, BONNEMAISON, HOFFMANN). L'examen du forceps chez le mâle offre un excellent caractère séparatif.

Hyalopterus arundinis F. (Puceron vert du Pêcher). — *Aphis pomi* L. (Puceron vert du Pommier). *Myzus cerasi* F. (Puceron noir du Cerisier). Ces Pucerons ont pullulé anormalement cette année dans toutes les régions fruitières et ont causé d'énormes dégâts dans toute la France, notamment dans le nord-ouest, l'est et le sud-ouest

Brevicoryne brassicae L. (Puceron du Chou). — Dégâts très importants dans le Pas-de-Calais sur Colza. *A. agr. Arras.*

Lépidoptères.

Ephestia cautella L. — Fortes attaques sur dattes importées en France, venant du Nord de l'Afrique (Répression des Fraudes de Calais, HOFFMANN, dét.).

Pyrausta nubilalis HUBN (Pyrale du Maïs). — Très nuisible aux plants de Tomate dont les chenilles minent activement la partie médullaire de la tige, dans la région de Versailles. Très polyphage, observé dans les environs de Paris sur Chrysanthème, Reine-Marguerite, Soucl, Dalhia, etc. (Fn. Versailles).

Argyrestia ephipella ZELL. (Teigne du Cerisier). — Graves attaques de la chenille en avril, sur fleurs de Cerisier dans les environs de Reims (Marne). Les éclosions obtenues *ex-larva* le 22 mai, ont confirmé le signalement de ce papillon fait par la P.V. de Reims en 1947 (Fn. Versailles).

Laspeyresia Waeberiana SCHIFF (La Pyrale de Weber). — Les chenilles ont miné avec une telle intensité l'écorce de pêchers âgés, à Rueil (S.-et-O.) que ces arbres ont entièrement péri (Fn. Versailles).

Laspeyresia molesta BUSK. (Tordeuse orientale du Pêcher). — Dégâts observés à l'automne 1948, à Troyes et à Lusigny-sur-Barre (Aube), sur pousses de Pêcher et de Prunier Saint-Julien; à Reims (Marne), sur Coings (P.V. Reims).

Hyménoptères.

Athalia colibri CHRIST (Tenthrède de la Rave). — Cette espèce a montré, en 1948, une activité toute particulière par des attaques massives sur diverses Crucifères, notamment sur Colza, Moutarde et Choux. Surtout dans la région parisienne, en Eure-et-Loir, dans le Sud-Ouest, et en Bretagne (Paimpol, Morlaix, Rosporden, Vannes et Baud). Dégâts très graves également observés sur Colza et sur Rutabaga, dans le Pas-de-Calais (S.A. Arras). De même à Châteaudun (Eure-et-Loir), sur Colza (Fn. Versailles). Fortes attaques sur les cultures de Moutarde (blanche et noire) dans la Marne, l'Aisne, les Ardennes, l'Aube (P.V. Reims).

Hoplocampa testudinea KL. — Dégâts graves sur Pommes dans le Gers en mai-août (P.V. Auch).

Coléoptères.

Cassida deflorata SUFFR. (Chrysomelide). — Très abondate et nuisible à l'Artichaut dans le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône (NEPVEU).

Psylliodes napi F. — Très nuisible au Cresson, à Neauphle-le-Vieux (S.-et-O.) (Lab. Fn. Versailles).

Phyllotreta atra F., *P. poeciloceras* COMM., *P. consobrina* CURT. et *P. vittula* REDT. — Pullulations intenses et graves, dégâts à Versailles sur Colza de printemps et sur Navette par les trois premières espèces, sur Moutarde par la dernière. Destruction presque totale des plantes, depuis les feuilles basales jusqu'aux inflorescences et siliques (Fn. Versailles).

Otiorrhynchus sulcatus F. (*Curculionidae*). — En octobre une culture de cyclamen, à Vaucresson, a fortement souffert des attaques de la larve introduite accidentellement dans les pots. Sur les plantes attaquées, 15 p. cent environ ont péri. Il a été observé une moyenne de 4 à 5 larves par pot. Dégâts de même nature observés dans le Haut-Rhin, sur *Primula obconica* (P.V. Strasbourg) et aux bulbes de Tulipe à Charenton (Fn. Versailles).

Ceuthorrhynchus terminatus HERBST. — La culture du Persil est devenue presque impossible dans la région maraîchère d'Achères (S.-et-O.) à cause des déprédations de la larve de ce Charançon, en juin-juillet. Une Ombellifère sauvage (*Chaerophyllum temulum* L.) croissant à proximité des cultures en entretient les foyers.

Apion pisi F. (*Curc.*). — Graves dégâts sur Luzerne : jusqu'à 100 p. cent. Les larves rongent les tiges et les adultes dévorent presque entièrement les feuilles. Dégâts totaux en avril, à Montferran-Plaves (Gers) (P.V. Auch).

Saperda carcharias L. (*Cerambycidae*). — Forte attaque larvaire sur Peupliers régénérés à Brunoy et dans toute la vallée d'Yerres (S.-et-O.) (Fn. Versailles).

Atomaria linearis STEPH (*Cryptophagidae*). — S'est montré particulièrement nuisible (avec de fortes pullulations) aux jeunes Betteraves dans les régions de l'Oise (Plessis-Belleville) et de l'Aisne : Soissonnais. Une note précise les facteurs écologiques favorables à la pullulation de l'insecte (A. HOFFMANN, *Rev. Path. végét. Ent. Agr. Fr.*, t. XXVII, n° 4, oct. 1948, p. 217-219).

Phyllopertha horticola L. (*Scarabaeidae*). — L'adulte ronge les jeunes épis du Seigle en juin et commet des dégâts importants aux environs de Limoges (Hte-Vienne). Grande abondance dans le Finistère sans dégâts notables (I. d'AGUILAR).

Epicometis hirta PODA (*Scarabaidae*). — Dégâts importants sur Fève à Pont de la Maye (Gironde) (St. Zool. Sud-Ouest), de même dans la région de Colmar sur les arbres fruitiers en fleurs (St. Zool. de Colmar).

Pentodon punctatus VILL. (*Scarabaeidae*). — La larve ronge les tiges, au collet, des jeunes Vignes et du Maïs, dans le Gers et dans la Hte-Garonne, en juin (P.V. Toulouse).

Phytonomus variabilis L. (*Curculionidae*). — Commet de gros dégâts sur Haricot dans la région de Chartres. Très nuisibles aux Luzernes dans la région de Lens (S.A. Arras) et aux environs de Châlons-sur-Marne (P.V. Reims).

Hylesinus orni FUCHS. (*Scolytidae*). — Cette espèce semble prendre de plus en plus d'extension sur notre territoire dans les plantations de Frêne qu'elle attaque aussi rigoureusement que *H. fraxini* F. (Fn. Versailles).

Diptères.

Chortophila antiqua MEIG. (Mouche de l'Oignon). — Occasionne d'énormes dégâts sur Poireau (80 p. cent de plants attaqués), dans la région d'Achères et de Croissy (S.-et-O.) (HOFFMANN).

Perrisia medicaginis L. — Cette Cécidomyie a fait, cette année, d'importants dégâts sur les Luzernes porte-graines, à Versailles (Fn. Versailles).

Agromyza andalusiaca STROB. — Graves dégâts sur Artichaut en avril dans le Tarn-et-Garonne (P.V. Toulouse).

Contarinia nasturtii KIEF. (La Cécidomyie du Chou-fleur). — Des attaques très graves sont signalées sur Choux-fleurs, dans le Marais de St-Omer (Pas-de-Calais) (S.A. Arras).

Dacus olae ROSSI (La Mouche des Olives). — Très importants dégâts à partir de la mi-juin dans la région de Montpellier et des Pyrénées-Orientales. Le pourcentage des Olives véreuses atteint 90 p. cent dans certaines Oliveraies (Fn. Montpellier).

Orthoptères.

Locusta migratoria gallica. — En décroissance très nette, cette année, dans toutes les régions envahies (P.V. Bordeaux et St. Zool. Sud-Ouest). — MM. CHABOUSSOU, ROEHRICH, Mlle BARRAUD, BRUNETEAU, *Doc. phytosanitaire*, n° 4, 1918 (*Extrait Rev. Zool. Agr. et Appl*).

Calliptamus italicus L. — Abondant dans toute la région de l'Hérault (Lab. Faun. Montpellier). Eclosions de larves abondantes dans le Gers, en juin (P.V. Auch).

Thysanoptères.

Taeniothrips simplex MORISS. — Extension très nette dans toutes les régions où l'on cultive le Glaïeul. Les dégâts sont parfois totaux, notamment à Garches (S.-et-O.) (Fn. Versailles). Dégâts sérieux à Reims et Epernay (Marne) et à Sedan (Ardennes) (P.V. Reims).

Aelothrips fasciata L. — Avec le précédent et faisant des dégâts importants dans la région d'Angers (P.V. Angers) ainsi que dans le Lyonnais (P.V. Lyon).

Nématodes.

Ditylenchus dipsaci KUCHN. — Pullulation grave et attaques sur Oignon et Poireau à Eymet (Dordogne) (*St. Rech. agr. du S.-O.*), dans la région de Dijon (Côte-d'Or), sur Oignon (RITTER).

Aphelenchoides Ritzemabosi SCHARVTZ. — Dégâts importants sur Chrysanthèmes à Biganos (Gironde). *St. Rech. agr. du S.-O.* ; aux environs de Rennes (P.V. Rennes) ; aux environs de Paris (P.V. Paris, RITTER dét.).

Aphelenchoides olesistus RITZEMABOS. — Graves attaques sur *Pteris* et *Asplenium*, aux environs de Paris (Fn. Versailles).

Heterodera Marioni CORNU. — Dégâts sur cultures maraîchères des Alpes-Maritimes et d'ailleurs dans tout le Sud-Est de la France (Fn. Versailles) ; à Montfort-l'Amaury (S.-et-O.) dans les cultures sous chassis, notamment de Melons et Salades (Fn. Versailles).

Laboratoire de Faunistique agricole de Versailles
(*Institut national de la Recherche agronomique*).

RÉPERTOIRE ANALYTIQUE DES ARTHROPODES ET NÉMATODES NUISIBLES AUX CULTURES EN FRANCE AYANT PRÉSENTÉ D'INTÉRESSANTES PARTICULARITÉS EN 1949

Documentation réunie par le Service de la Protection des Végétaux et l'Institut National de la Recherche Agronomique groupée et présentée par

A. HOFFMANN
Chef du Laboratoire de Faunistique Agricole de Versailles

I. — ESPÈCES NOUVELLES OU FAISANT DES DÉGATS ANORMAUX

Hémiptères.

Carpocoris purpureipennis L. — Provoque, par ses piqûres, l'altération des siliques des Radis porte-graines, en juin-juillet, dans les régions du Vaucluse : Avignon, Orange, Bollène, etc... (Fn. Versailles et St. Zool. Agr. Avignon).

Idiocerus populi L. (Cicadelle du Peuplier). — Importants dégâts dans le Haut-Jura, en août-septembre (P.V. Beaune) dét. HOFFMANN. Les branches portant des renflements cécidiformes aux endroits attaqués, cassent fréquemment sous l'action du vent.

Lépidoptères.

Chloridea peltigena SCHIFF. — Les attaques de la chenille ont lieu, dans le cours de mai-juin, sur le Carthame, dans l'Avignonnais. Les parties recherchées sont les feuilles, les bractées et le capitule où les chenilles arrivent à pénétrer sans y établir un habitat (*St. Zool. Agr.*, Avignon).

Laspeyresia Leplastriana CURT. — (La Tordeuse des Crucifères). — Les dégâts de ce papillon ont été observés en mai-juin, puis en octobre-décembre, sur Colza et Navet d'hiver. La chenille mine tiges et racines ; elle a occasionné des ravages à Versailles (S.-et-O.), Châlons-sur-Marne et Reims (Marne), Angers (M.-et-L.), Châteauroux (Indre) et peut-être dans d'autres régions restant à préciser, car la chenille cohabite et se confond avec la larve de l'Altise du Colza, laquelle a provoqué, cette année, dans les cultures de cette plante des dégâts très importants (Fn. Versailles, HOFFMANN dét.).

Diptères.

Ceratitis capitata WIED. (Mouche des fruits). — La larve polyphage a été rarement signalée sur Pomme. Nous avons obtenu l'adulte, après élevage sur ce fruit, provenant de Reims (Marne) et de Versailles (S.O.) (d'AGUILAR et FERON). Signalé également sur Pomme de la région Lyonnaise (P.V. Lyon), de Marseille (P.V. Marseille), de Rennes (Ille-et-Vilaine) (P.V. Rennes), de l'Hérault (P.V. Montpellier) et du Lot-et-Garonne (St. Zool. Agr. Sud-Ouest) (1).

Hyménoptères.

Monophadnus elongatus KL. (Tenthredides). — Dégâts graves de la larve sur jeunes greffes de Rosier et sur Eglantiers porte-greffes, dans la région de Strasbourg, en mai-juin (P.V. Strasbourg).

(1) Nous mentionnons cette espèce ici, à cause de ses dégâts sur Pommes ; on trouvera à la rubrique : *Pullulations graves ou anormales*, la répartition de l'aire d'extension de ce Diptère en 1949.

Coléoptères.

Helophorus sp. (Hydrophilides). — Dégâts larvaires caractérisés sur jeunes plants de Colza, en décembre, dans les environs de Rennes (Ile-et-Vilaine) (Fn. Versailles, dét. d'AGUILAR).

Cleonus piger G. (Curcul.). — La larve mine les racines d'Artichaut, au début d'avril et fait périr la plante, à Aincourt (S.-et-O.) ; nous l'avions déjà observée sur Artichaut, en 1948, à Saint-Ouen-l'Aumône, près Pontoise. Vit habituellement sur des Carduacées sauvages (Fn. Versailles, dét. HOFFMANN).

Chromoderus tigrinus PANZ. (Curc.). — Pullulation massive à Montreuil (Seine), au début de septembre ; l'adulte a attaqué gravement le feuillage des Chrysanthèmes, dans les cultures de la ville de Paris (Fn. Versailles, HOFFMANN dét.). L'espèce vit normalement, sur des composées du genre Achillea.

Otiorrhynchus meridionalis GYLL. (Curc.). — L'adulte s'est montré très nuisible aux Fraisiers, au début de juillet, à Vitry-sur-Seine, près Paris. Non encore signalé sur cette plante (Fn. Versailles, HOFFMANN dét.). Cette espèce inconnue aux environs de Paris, il y a une trentaine d'années, s'étend de plus en plus vers le nord. Signalé récemment de Rouen (St. Zool. Agr. du Nord-Ouest).

Ramphus subaeneus ILL. (Curc.). — Reçu en nombre de M. BOUCHET de Lyon, comme ayant attaqué le feuillage du Poirier dans le Lyonnais, en mai-juin. Il n'était pas signalé comme nuisible aux arbres fruitiers.

Rhizotrogus solstitialis L. (Scarab.). — La larve ronge les racines des Betteraves sucrières dans les proportions de 30 à 70 p. cent à Ste-Masmes (Marne), en juin. (P.V. Reims, Poste de Châlons-sur-Marne) (Fn. Versailles).

Anisoplia tempestiva EC. (Scarab.). — L'adulte s'abat en nombre sur les jeunes épis de Blé qu'il dévore, occasionnant 50 p. cent de dégâts dans la région de Maupiéu (Isère) (Fn. Versailles), ainsi que dans la Haute-Garonne, en juin (P.V. Toulouse).

Psylliodes chrysocephala L. (L'Altise du Colza). — Cette espèce s'est révélée cette année, comme un véritable fléau pour les cultures de Colza et de Navet. Les larves de la 2e génération, provenant des pontes du début de septembre sont les plus dangereuses, car elles minent les jeunes plants jusqu'en février-mars, sans ralentir leur activité par temps de gelée. S'enterre pour se transformer puis pondre en mai-juin (1re génération). Les dégâts ont été observés en Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Marne, Oise, Aisne, Nord, Pas-de-Calais, Somme, Loiret, Cher, Eure-et-Loir, Yonne, Indre, Maine-et-Loire, Mayenne (Fn. Versailles).

Haltica oleracea L. (L'Altise potagère). — Pullule et attaque gravement le feuillage de Betteraves sucrières, en Charente-Maritime, région d'Aunis, en mai-juin. Très rarement observé sur cette plante (Fn. Versailles).

Acariens.

Centhaleus major L. — Très nuisible aux cultures de Salades à Sumène (Gard). Ce fait est exceptionnel (Fn. Montpellier, DELMAS dét.).

Tarsonemus pallidus BANKS. (T. fragariae Z.). — Attaques graves sur Cyclamen, dans les serres du Parc de la Tête d'Or à Lyon (R.L. BOUCHET). Cet Acarien était surtout connu en Angleterre, Belgique, Hollande, Suisse, pour s'attaquer au Fraisier (1). Aux Etats-Unis il commet des dégâts sur *Begonia* et *Gerbera*. N'était pas encore signalé de France.

Nématodes.

Anguillulina dipsaci KUHN. — Gros dégâts sur Glaïeuls, à Fleurances (Gers), 40 p. cent de perte (P.V. Toulouse) ; sur bulbes de Renoncules et Anémones en Anjou (RITTER dét.).

Heterodera goettingiana LIEB. — Dégâts notables sur Pois, dans les Pyrénées-Orientales (RITTER dét.).

II. — PULLULATIONS GRAVES OU ANORMALES

Hémiptères.

Diaspis Leperii SIGN. (Coccidae). — Pullulations graves sur Poiriers et Pruniers dans tout le Sud-Ouest (St. Zool. Agr. Sud-Ouest).

(1) Cf. W.E. VAN DEN BRUEL (*Parasitica*, t. II, nº 4, 1946, p. 129-136 ; Sur la présence en Belgique d'un redoutable ravageur du Fraisier).

Quadraspidiotus perniciosus COMST. — On observe dans les foyers déjà connus du Lyonnais, une émission de larves de 3e génération à partir du 10 octobre et par conséquence une assez importante pullulation à la fin du même mois. Nouveaux foyers à Belley (Ain) et à Saint-Amand (Cher). Une très forte mortalité surtout des jeunes larves a été constatée à la suite de la chaleur et de la sécheresse exceptionnelles en juillet et août (Lab. Pou de San-José, St-Genis Laval).

Tetraneura ulmi GEOFFR. (Aphidides). — Ce Puceron cause des dégâts généralisés au Maïs, dont il attaque les racines dans tout le Sud-Ouest (St. Zool. Agr. Sud-Ouest, Fn. Versailles).

Sipha maidis FITCH. (Aphid.). — Dégâts considérables par l'altération qu'il provoque sur les jeunes Blés (aggravée par la pullulation massive du Puceron) en fin mai, dans la région de St-Nom-la-Bretèche ; Ferme de St-Gemmes (S.-et-O.

Ceresa bubalus F. (Membracides). — Commet de sérieux dégâts dans les jeunes plantations fruitières des Basses-Alpes (P.V. Marseille). Semble s'étendre aux jeunes plantations des environs de Clermont-Ferrand et de l'Allier, à Montluçon (P.V. Clermont-Ferrand). Très funeste dans vergers des Gaves (Basses-Pyrénées) (P.V. Bordeaux).

Lépidoptères.

Agrotis ypsilon ROTT. — Les chenilles de cette Noctuelle ont fait de graves dégâts par places dans les cultures de Betteraves sucrières de l'Oise et de l'Aisne. Certains champs dans le cours de juin-juillet accusaient jusqu'à 98 p. cent de plants attaqués (BONNEMAISON).

Mamestra brassicae L. (La Noctuelle du Chou). — Pullulation et importants ravages dans les Bouches-du-Rhône et le Var, sur cultures de Choux et Choux-fleurs (P.V. Marseille).

Plusia gamma L. (Noctudides). — Pullule dans de nombreuses cultures ; nuisible surtout aux salades dans le Roussillon (P.V. Montpellier) et aux Betteraves sucrières en juin-juillet dans l'Oise et l'Aisne (BONNEMAISON).

Phthorimea operculella ZELL. (Teigne de la Pomme de terre). — Attaques très importantes dans le Roussillon, pouvant faire craindre de sérieux dégâts aux tubercules dans les locaux de conservation (P.V. Montpellier).

Phthorimea ocellata BOYD. (Teigne de la Betterave). — Les déprédations occasionnées par ce papillon, dans le Vaucluse, sont évaluées, cette année à peu près à 100 p. cent (P.V. Marseille). La chaleur excessive de l'été 1949 a provoqué une pullulation dans le Haut-Rhin, causant dans toute la plaine de la Harth et au Nord vers Artzenheim, ainsi qu'à Rouffach et Turkheim jusqu'à 100 p. cent de dégâts aux Betteraves fourragères (St. Zool. agr. Colmar).

Sitotroga cerealella OL. (L'Alucite des grains). — Graves dégâts sur Blé, dans les Landes (P.V. Bordeaux) ; sur Maïs, en grenier et en plein champ (début septembre sur épis mûrs), dans les Basses-Alpes (St. Zool. Agr. Sud-Ouest).

Acrolepia assectella ZELL. (La Teigne du Poireau). — Attaques généralisées sur Poireau et Oignon, dans le Vaucluse et l'Anjou, affectant gravement les plantes porte-graines, faisant 30 à 50 p. cent de dégâts (Fn. Versailles ; enquête HOFFMANN). Dégâts sensibles dans les régions maraîchères de Croissy et d'Achères (S.-et-O.) Fn. Versailles, aussi en Gironde, sur Poireau, attaques importantes en automne (St. Zool. agr. Sud-Ouest).

Laspeyresia molesta BUSK. (Carpocapse des Pêches). — Les chenilles ont attaqué intensément les Coings à Reims (P.V. Reims, observation du 22 octobre).

Laspeyresia funebrana TR. (Carpocapse des Prunes). — Dans le Gers, certaines régions ont subi, sur Prunes : variété Reine-Claude, des pertes de 90 p. cent de leur récolte (P.V. Toulouse).

Pyrausta nubilalis HUBN. (Pyrale du Maïs). — Cette espèce continue de faire des dégâts généralisés sur Maïs, dans tout le Sud-Ouest (St. Zool. agr. Sud-Ouest), ainsi qu'en Corse, sur la même plante (GRISON).

Sesamia vuteria STOLL. (Noctuidae). — Importants dégâts localisés, sur Maïs, dans la région des Sabres (Landes) et les vallées du Graves (Basses-Pyrénées) (St. Zool. Agr. Sud-Ouest),

Plutella maculipennis CURTIS. (La Teigne des Crucifères). — Pullulation intense observée sur une centaine d'hectares de Moutarde ; les dégâts ont été totaux dans la région d'Attigny (Ardennes) en août (VENTURA).

Hyménoptères.

Janus compressus F (Cèphe du Poirier). — Dégâts importants en Gironde, sur Poiriers, notamment à Salies-de-Bearn (St. Zool. Agr. Sud-Ouest).

Hoplocampa brevis KLÜG. (Hoplocampe des Poires). — Graves dégâts en Gironde et Lot-et-Garonne (St. Zool. Agr. Sud-Ouest).

Hoplocampa testudinea KL. (Hoplocampe des Pommes). — Dégâts impressionnants à Montestruc en mai-juin (P.V. Auch).

Coléoptères.

Pentodon punctatus VILL. (Scarab.). — La larve attaque en juin les racines des jeunes vignes et en compromet gravement la végétation, ou les font périr ; il en est de même pour le Maïs dont le collet est rongé, à Vic-Ferenzac, Montréal, etc. (P.V. Auch) ; dans le Tarn-et-Garonne, à Grizolles, les dégâts atteignent 30 p. cent (P.V. Toulouse).

Potosia morio F. (Cétoine noire). — Pullulation et attaques massives sur pêches à Toulouse, favorisant des attaques subsidiaires d'Abeilles ; 40 p. cent de fruits dépréciés (P.V. Toulouse). Aux environs de Grasse (A.-M.) c'est *Potosia metallica* HERBST et *P. affinis* AND. qui commettent le plus de ravages sur Pêches et Abricots (Fn. Versailles).

Melolontha melolontha L. — Les vers blancs ont montré, dans la Nièvre, une activité redoutable. On évalue à 20 000 ha, la surface des prairies à peu près entièrement détruits (P.V. Beaune).

Philopedon plagiatum SCHALL. et *Peritelus sphaeroides* GERM. — Ces deux Curculionides font des dégâts, sur Vigne, particulièrement importants au printemps en Gironde (St. Zool. Agr. Sud-Ouest).

Apion pisi F (Apion du Pois). — Graves dégâts sur Luzerne, en avril (jusqu'à 100 p. cent). Les larves rongent les tiges et les adultes squelettisent les feuilles ; dégâts totaux à Montferran, Plavès (Gers) et presque totaux à Aubiet (P.V. Auch).

Lixus junci BOH. (Lixus de la Betterave). — Cet insecte continue de faire de gros dégâts dans les cultures de Betteraves porte-graines de l'Anjou, mais surtout dans le Vaucluse où l'on peut évaluer à 70 et 80 p. cent les plants entièrement détruits au début de juillet.

Lixus cribricollis BOH. (Lixus de l'Oseille). — Les tiges d'Oseille cultivée comme porte-graine ont été minées par la larve, à raison de 70 p. cent, en juin 1949, en Anjou (P.V. Angers ; Fn. Versailles).

Larinus flavescens L. — Ce charançon mine les capitules du Carthame et commet des dégâts en Vaucluse, dans le Gard et les Bouches-du-Rhône (Fn Versailles).

Agrilus sinuatus L. (Agrile du Poirier). — Graves dégâts sur Poiriers et Pommiers observés en février, dans le Bas-Rhin (P.V. Strasbourg).

Coraebus sinuatus CRENTZ. — Ce Bupreste commet d'importants dégâts, sur Fraisiers, dans le Vaucluse (P.V. Marseille), dans les Alpes-Maritimes : La Roquette-sur-Siagne, et dans le Var, à Tanneron et à Auribeau F. en mai (Fn. Versailles).

Cassida deflorata SUFFR. (Casside de l'Artichaut). — Se montre toujours nuisible aux Artichauts, dans le Vaucluse où il est parasité par un Hyménoptère : *Tenastichum cassidorum* RAT. (St. Zool. Agr. Avignon, Fn. Versailles).

Opatrum sabulosum L. (Tenebrionidae). — Cet insecte a fortement endommagé une culture de Tournesol (120 ha), près de Reguisheim (Ht-Rhin) ; il dévore les cotylédons et la jeune tige sur lesquels il se rassemble (42 individus sur la même plantule) (St. Zool. Agr. Colmar). — Rappelons qu'une autre espèce méridionale *O. verrucosum* GERM. fait des dégâts à Cannes et à Biot (Alpes-Maritimes), dans les cultures potagères, notamment aux jeunes plants de Haricot (A. HOFFMANN). Dans le Midi, elle s'attaque aux greffes (Fn. Montpellier).

Diptères.

Agromyza andalusiaca STROH. (Mouche de l'Artichaut). — Ravage les plants d'Artichaut et les fait périr, dans le Tarn-et-Garonne, en avril (P.V. Toulouse).

Chlorops pumilionis BJERK. — Attaques sur Orge et sur Blé, en avril et juillet, dans le Gers (P.V. Auch).

Ceratitis capitata WIED. (Mouche des fruits). — Attaques généralisées et intensives dans toute la moitié sud de la France, avec foyers extrêmes et actifs, atteignant dans le nord-ouest, la région de l'Anjou et Rennes ; dans le Centre, la région parisienne et dans l'est, la Côte d'Or et la région de Reims. Les fruits les plus attaqués, par ordre d'importance, sont les Pêches (surtout les variétés tardives), Poires, Kakis, Pommes (Fn. Versailles).

Psila rosae L. (Mouche de la Carotte). — Commet d'importants ravages sur les Carottes porte-graines, en Anjou et surtout dans la région Nantaise. C'est surtout la 2e génération qui se montre la plus redoutable (P.V. Angers et Fn. Versailles). Nuisible aussi dans le Bordelais, pendant l'hiver (St. Zool. Sud-Ouest).

Orthoptères.

Calliptamus italicus L. (Criquet italien). — Une éclosion abondante de larves en juin, observée sur plus de 100 ha (P.V. Auch).

Orphania denticausa L. — Les larves ont dévasté des prairies en juin, dans la région de Fay (Hte-Loire) (Fn. Montpellier, DELMAS dét.).

Isoptères.

Reticulitermes lucifugus ROSSI. — Cet insecte a envahi l'Ile d'Oléron où il s'attaque à tout ce qu'il trouve (habitations, mobilier, plantes potagères et d'ornement, arbres, etc.), constituant un véritable fléau. La Vigne, fort heureusement, paraît échapper à ses ravages (J. POIRET : *L'Entomologiste*, T.V, nos 5-6, 1949, p. 186, 190, 1 carte).

Thysanoptères.

Taeniothrips simplex MORISSON (Thrips du Glaïeul). — Continue à se montrer redoutable dans de nombreuses cultures de Glaïeuls ; son extension et ses dégâts sont particulièrement importants dans les cultures algériennes et marocaines (Fn. Versailles)

Thrips tabaci LIND. (Thrips du Tabac). — Les cultures d'Oignons d'Auxonne (Côte-d'Or). ont subi les dégâts de cet insecte ; les porte-graines de Selestat (Haut-Rhin) ont été très atteints et leur rendement a été presque nul (St. Zool. Colmar). De grands ravages ont été observés, sur Oignons et Poireaux, en juillet, à Orange, Bollène et Avignon (Fn. Versailles, enquête HOFFMANN).

Myriapodes.

Blaniulus guttulatus BOSC. — S'est multiplié intensément à Ensisheim (Ht-Rhin) et les semis de divers légumes, effectués en fin de saison (septembre) ont été entièrement détruits (St. Zool. Agr. Colmar). Très nuisible à la betterave dans la région rouennaise (St. Zool. Agr. du Nord-Ouest) ; ainsi que dans la région de Mormant (S.-et-M.), dans les cultures de Betteraves sucrières (Fn. Versailles).

Polydesmus complanatus L. — Nuisible aux jeunes plants de Choux, en juin, à Garches, et aux semis de Haricot à Carrière-sous-Poissy (S.-et-O.) (Fn. Versailles).

Cylindroiulus frisius LAT. (Diplopode). — Attaque les plants de fleurs et légumes des jardins de la ville de Montluçon (Allier). Cet animal rappelle l'aspect d'un Blaniule (DELMAS, dét.).

Acariens.

Rhizoglyphus echinopus FUM. et ROB. — Dégâts graves sur Ail et Oignons, dans le Gers en avril-mai (P.V. Auch), et jusqu'à 40 p. cent de pertes sur Ail, à Montauban, en juin (Tarn-et-Garonne) (P.V. Toulouse). Cause également des ravages sur Oignons de Glaïeuls, dans les cultures parisiennes (Fn. Versailles).

Eryophyes phloeocoptes NEP. — Nombreuses atteintes sur Prunier, en Lot-et-Garonne (P.V. Bordeaux).

Nématodes.

Anguillulina dipsaci KUHN. — Dégâts appréciables sur Oignons et Poireaux en Dordogne (St. Zool. Agric. Sud-Ouest).

Heterodera rostochensis WOLLEN. — Continue ses attaques dans le Nord, région de Dunkerque et en Seine-et-Oise, région de Carrières-sous-Poissy (Fn. Versailles, dét. RITTER).

Heterodera Marioni CORNU. — Dégâts très sérieux paraissant généralisés en Provence, le Languedoc et le Roussillon, notamment dans les zones maraîchères et florales du Vaucluse, des Pyrénées-Orientales et de la Côte d'Azur (RITTER).

Reçu le 24 mars 1950.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

CHOUARD (P.). — **Quatorze années de recherches expérimentales sur la végétation de la Pomme de terre en montagne (Pyrénées centrales) ; conséquences à en tirer.** *C.R. Acad. Agric.*, t. XXXV, p. 122-128, 1949.

Essais entrepris dans les Pyrénées centrales d'abord en collaboration avec J. DUFRENOY, puis par l'auteur seul. Les cultures étaient échelonnées entre 2 200 m et 800 m. Au-dessus de 2 000 m, la culture n'est plus rentable et ne présente qu'un intérêt expérimental. La brièveté des périodes pluvieuses et l'insolation défavorisent le développement du Mildiou. Depuis 14 ans l'auteur n'a jamais traité au cuivre et le Mildiou n'a cependant jamais compromis la conservation des tubercules. L'analyse des conditions de propagation des maladies à virus a été particulièrement poussée. Dans la vallée d'Aure celles-ci sont abondantes. Les contaminations se feraient en majeure partie pendant l'entreposage des tubercules.

Le *Myzus persicae* se rencontre encore à 2 200 m. Il est cependant d'autant plus rare que l'on s'élève en altitude. Son vol est contrarié par le vent. Au-dessus de 1 200 m une distance de 360 m en prairies ou landes entre les Pommes de terre saines et malades réduit à zéro les chances de contaminations. L'introduction d'un seul plant malade dans une parcelle saine et isolée entraîne la contamination des plants voisins, mais plus lentement qu'en plaine. La vie en montagne ne guérit pas les plantes mais retarde les contaminations. Le faux enroulement (enroulement mou) est fréquent en période sèche. On n'a pu constater la présence d'aucune plante réservoir. La présence de repousses de Pommes de terre de la récolte précédente et la contamination hivernale dans les lieux d'entreposage suffisent à expliquer les cas de contamination.

Dans certaines localités isolées des clones absolument sains des variétés « Chardonne » et « Institut de Beauvais » étaient cultivées jusqu'en 1942 sans changement de semence. Il n'en subsiste plus aujourd'hui. Des expériences en cours paraissent montrer qu'à « état sanitaire également parfait, les plants de provenance montagnarde donnent des récoltes supérieures aux plants identiques d'origine de plaine ».

L'auteur estime en outre que la réfrigération avant plantation fournit des résultats si encourageants qu'elle paraît remettre en cause l'emploi de la prégermination en clayettes.

P.L.

MULLER (K.O.) et BEHR (L.). — **Mechanism of Phytophthora-resistance of Potatoes.** (Mécanisme de la résistance des Pommes de tere au *Phytophthora infestans*) *Nature*, Lond., 163, 4143, p. 498-499, 1949.

Considérations génétiques intéressantes. La nécrose de défense est produite par des substances sécrétées par le parasite dans le tissu de l'hôte. Le gène de résistance commanderait la sensibilité du protoplasme à ces substances. Comme non seulement le *P. infestans*, mais aussi d'autres microorganismes ne peuvent exister dans les tissus nécrosés les auteurs concluent que la nécrose doit être accompagnée de la formation ou de l'activation d'un principe (phytoalexine) qui retarde la pénétration du parasite. La nécrose dépendrait plus de la relation entre la vitesse de croissance des hyphes (Cp) et la rapidité avec laquelle le principe est formé (Cw) que de la vitesse absolue de réaction. L'augmentation du rapport Cp-Cw diminue la résistance et *vice versa*.

Des tubercules résistants ou sensibles traités avant l'inoculation par des solutions aqueuses d'alcools méthylique, propylique, butylique, isopropylique et isobutylique à des doses ne gênant pas la croissance du champignon voient leur sensibilité augmentée : la vie des cellules est considérablement prolongée. Il en est conclu que l'action des narcotiques sur le mécanisme de la résistance est en relation avec des modifications non spécifiques de la structure physico-chimique de la cellule hôte, son métabolisme respiratoire étant atteint le premier.

P.L.

---

(1) Pour répondre au désir exprimé par de nombreux abonnés de découper, aux fins d'indexation, la *Documentation des Annales des Épiphyties*, 2 exemplaires de la partie " Documentation " sous forme de tires à part, seront adressés sur demande en plus de celui compris normalement dans la revue, moyennant un supplément annuel de 150 francs (Étranger : 200 francs).

SMITH (K.M.). — **Viruses** (Les virus). *Brit. Science News*, vol. II, 16, p. 112-115, 1948.

L'auteur étudie d'abord le mode de transmission du virus de la « turnip yellow mosaic ». Celui-ci est le seul virus transmis par un insecte qui ait été obtenu sous forme de cristaux. De plus l'insecte vecteur est un coléoptère. Celui-ci restant infectieux plusieurs jours, on ne peut admettre que les inoculations qu'il réalise soient d'origine purement mécanique. Les différentes espèces actives ont des glandes salivaires nulles ou atrophiées. L'auteur suppose que leur activité pour transmettre le virus est due au fait que l'animal doit régurgiter une partie du contenu de son œsophage pour aider à la digestion du tissu foliaire. Une certaine quantité de virus viendrait ainsi en contact avec le tissu de la plante saine lorsque l'insecte s'est nourri au préalable sur une plante malade. On sait d'ailleurs que ce virus n'est pas détruit au cours de la digestion et garde son pouvoir infectieux dans les excréments de l'insecte. Les insectes pourvus de glandes salivaires ne régurgitent pas et ne transmettent pas le virus. Le cas de la Rosette du Tabac, maladie complexe due à deux virus dont l'un, non transmissible par le puceron vecteur lorsqu'il est seul, le devient lorsqu'il coexiste avec l'autre, est également envisagé.

Les propriétés du virus de la « Turnip yellow mosaic » sont très intéressantes. Ce virus est cristallisable sous forme d'octaèdres. Des solutions de virus contenant plus de 10 mg de virus protéine par cm^3, centrifugées dans une centrifugeuse de Sorvall SS^1, se séparent en deux couches. Les parties protéiques des deux couches seraient identiques, mais la partie inférieure renferme de l'acide nucléique (28 p. cent) disposé de telle façon qu'il ne prend pas de part à la formation de la surface électrostatique. La partie supérieure, dépourvue d'acide nucléique, n'est pas infectieuse. Le pouvoir infectieux est donc lié à la présence de l'acide nucléique. La nucléoprotéine et la protéine sont néanmoins toutes deux spécifiques et cristallisent toutes deux. Le pouvoir antigénique de la partie supérieure est beaucoup plus faible que celui de la partie inférieure. Il n'est pas plus élevé que celui qu'on pourrait attendre de la présence de faibles traces de protéine contaminante. On ne peut distinguer, par contre, les deux composants à l'aide de sérum obtenu par injection de la nucléoprotéine au Lapin. Il est possible que l'on ait ici une transition entre protéines virus et protéines non virus.

Quelques indications très brèves sont données sur la photographie des particules de virus à l'aide du microscope électronique.

Les maladies à virus propres aux insectes présentent un intérêt particulier. Il en est ainsi des maladies à polyèdres des Lépidoptères. P.L.

STANLEY (W.M.). — **Chemical studies on viruses** (Etudes chimiques sur les virus). *Chem. and Engineering news*, XXV, p. 3780, 1947.

Intéressante mise au point. L'incidence des mutations sur la constitution chimique du virus de la Mosaïque du Tabac est étudiée en détail. La souche J^{14} D^1 qui a la propriété de tuer le Tabac diffère de la souche ordinaire par la proportion de lysine et d'acide glutamique. L'auteur estime qu'elle dérive de la souche ordinaire par deux mutations successives. La souche HR se distingue de la souche ordinaire à treize points de vue. Elle contient notamment de l'histidine et de la méthionine, amino-acides qui sont absents de la souche ordinaire. Les mutations peuvent donc introduire des amino-acides nouveaux. Les souches CV^3 et CV^4 se distinguent par l'absence de cystéine, ce qui montre que certaines mutations peuvent entraîner la suppression de certains amino-acides. Malgré leurs différences chimiques ces souches fournissent des images identiques au microscope électronique. L'auteur note également, entre autres choses, les travaux réalisés en vue de modifier la constitution de la molécule du virus de la Mosaïque du Tabac. On peut oxyder les groupes sulfhydrile par l'iode sans modifier l'activité spécifique du virus, mais si on inocule le virus oxydé au Tabac, on obtient la souche ordinaire. On peut obtenir des dérivés acétyl et phényluréide du virus de la Mosaïque du Tabac. Ici également par inoculation on retourne au virus originel. Le groupe phényluréide étant très stable, ne doit pas être hydrolysé dans la cellule hôte. Dans ce cas les molécules infectantes ne constitueraient pas le modèle exact sur lequel se mouleraient celles qui se forment ensuite. On a récemment observé que certains dérivés du virus de la Mosaïque du Tabac conservent leur virulence lorsqu'on les inocule au Tabac, mais non sur le Haricot. La perte du pouvoir infectieux vis-à-vis du Haricot n'est pas due à l'inactivation puisque le pouvoir infectieux vis-à-vis du Tabac reste entier. La modification chimique a donc agi sur une propriété importante du virus. Ceci apporte donc un espoir d'arriver à des résultats dignes d'intérêt modifiant la molécule.

Les virus de l'homme sont également envisagés dans cette étude. P.L.

STANLEY (W.M.). — **Achievment and promise in virus research** (Résultats et espoirs dans la recherche sur les virus). *Am. Scientist.*, XXXVI, 1, p. 59-68, 1948.

Le progrès des recherches sur les virus ne fut possible que du jour où des savants appartenant à des disciplines variées s'y sont intéressés. C'est aux environs de 1930 lorsque ELFORD eût réalisé ses expériences d'ultrafiltration et montré que certains virus avaient des dimensions de l'ordre de 10 mμ, que l'on vint à douter que ceux-ci pussent être des êtres organisés et à estimer que leur étude chimique devait être approfondie. FLEXNER et KUNKEL demandèrent alors à l'auteur d'entreprendre cette tâche. Celui-ci choisit pour ses études le virus de la Mosaïque du Tabac en raison de sa stabilité et de la possibilité de le doser. Il montra rapidement que ce virus devait être de nature protéique et lui appliqua les méthodes de purification des protéines avec le succès que l'on sait. Les arguments en faveur de l'identité du virus et de la nucléoprotéine isolée sont énumérés.

L'étude chimique du virus fut entreprise. L'acide nucléique se révéla du même type que celui de la levure. Cependant par traitement à chaud on obtint un acide nucléique hautement asymétrique avec un poids moléculaire de 300 000, donc beaucoup plus élevé que ceux des acides nucléiques de levure. Cet acide nucléique se décompose spontanément en particules moins asymétriques de poids moléculaire 60 000. Le traitement de ce matériel par les alcalis froids fournit des particules dont le poids moléculaire vaut environ 15 000. Ce dernier matériel est très voisin de l'acide nucléique de la levure. La composition de la partie protéique du virus a été également étudiée en détail.

Les travaux relatifs aux propriétés physiques des virus sont brièvement résumés. Notons en particulier les travaux de BERNAL sur la structure des particules. Cet auteur a également montré l'existence de forces d'interaction entre particules intervenant même lorsque la distance de l'une à l'autre atteint jusqu'à 80 mμ. Ces forces amènent les particules à se disposer parallèlement lorsqu'elles se rapprochent par exemple sous l'effet de la dissolution du solvant. De plus les particules de virus qui dans les extraits frais de plante malade ont une longueur de 15 à 280 mμ, se soudent bout à bout dans les préparations purifiées. Ce type d'agrégation est partiellement irréversible. Son origine est inconnue. La rupture de particules de 15 à 280 mμ par les ultrasons s'accompagne d'une perte d'activité du virus, mais le pouvoir antigène reste intact. On peut provoquer la soudure bout à bout de ses fragments mais le pouvoir infectieux ne reparaît pas.

Les études sur les mutants et les essais de modification chimique du virus sont brièvement résumés.

Beaucoup de problèmes restent à résoudre. Comment le virus se reproduit-il ? Comment se produisent les mutations ? Quelle structure chimique est nécessaire à l'activité du virus ? Quelle est la nature des forces d'interaction entre particules qui agissent dans les solutions concentrées et ces forces agissent-elles dans les cellules ? Néanmoins, on peut dire que la protéine virus de la Mosaïque du Tabac, isolée en 1935 est probablement aujourd'hui la protéine la mieux connue. P.L.

SCOTTISH SOCIETY FOR RESEARCH IN PLANT BREEDING. — **Report (abridged) by the directors and Report of the Director of research to the annual meeting** (Rapport des directeurs et rapport du directeur de Recherches à la réunion annuelle du 29 juillet 1948) 29 th July 1948, 46 p., 1948.

Les auteurs ont obtenu des clones de Pommes de terre paraissant très résistants à la Gale commune et à la Gale poudreuse. Certaines espèces exotiques sont immunes à la Jambe noire.

Les nouvelles variétés « Craigs Royal » et « Craigs snow-white » sont la première field immune vis-à-vis des virus X et A, la seconde immune vis-à-vis des souches A et C du *Phytophthora infestans* et field immune vis-à-vis des virus X, A, B et Ç. Plusieurs semis ont fourni des résultats encourageants dans les régions tropicales.

COCKHERAM et M'GHEE ont montré qu'en pratiquant l'inoculation des plantes sur une feuille toutes les fois où ceci est possible, et en recherchant le virus X par la méthode sérologique, il est possible d'augmenter considérablement le nombre d'épreuves annuelles qui reste faible lorsque le greffage est utilisé comme seule méthode d'inoculation. L'immunité vraie vis-à-vis du virus Y a été observée dans une variété de *Solanum rybinii*. L'hérédité de ce caractère de même que celle de l'hypersensibilité aux virus Y est à l'étude. Des semis prometteurs résistants à deux ou plusieurs souches du *P. infestans*, « field immune » aux virus X, Y, A et C, et résistantes à l'enroulement ont été obtenues. L'examen de 160 isolements de virus X a montré que la différenciation des souches est difficile. Les variétés renfermant les gènes N_7 et N_b ont été résistantes à toutes les souches du virus X qui ont pu être éprouvées.

Une étude préliminaire des effets du virus X sur la récolte a montré que l'infection par des souches peu virulentes chez les variétés « Majestic » et « Kerr's pink » augmente le rendement par rapport aux témoins sains. Chez les plantes infectées par le virus Y une seule souche fut observée. P.L.

WILDMAN (S.G.) et BONNER (J.). — **The proteins of green leaves. IV. Chemical and physical evidence that Tobacco mosaic virus is derived from a main nucleoprotein component in tobacco leaf cytoplasm** (Les protéines des feuilles vertes IV. Démonstration par des méthodes chimiques et physiques du fait que le virus de la Mosaïque du Tabac dérive d'un constituant nucléoprotéique fondamental localisé dans le cytoplasme des feuilles du Tabac). *Phytopatho.*, 40, 1, p. 31-32, 1950.

Le protoplasme extrait de cellules du parenchyme dans les feuilles saines et infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac, chez le Tabac de Turquie, était fractionné en matériel contenant des particules (surtout des fragments de chloroplastes) et protéines solubles du cytoplasme. Aucune différence significative, en relation avec la multiplication du virus, ne fut détectée dans les quantités de chaque fraction. L'analyse à l'électrophorèse par la méthode de Tiselius révéla que 40 p. cent des protéines solubles du cytoplasme étaient transformés en protéine nouvelle caractéristique du virus. Seule la nucléoprotéine qui constitue 80 p. cent de la partie soluble des feuilles normales décroît en quantité lorsque le virus apparaît. La protéine virus peut être décelée à l'électrophorèse 3 jours après l'infection et s'accroît constamment jusqu'au douzième jour où elle atteint un niveau constant. Elle a alors remplacé 40 p. cent de la nucléoprotéine normale. La protéine virus atteint donc son maximum avant l'apparition des symptômes. Des analyses préliminaires d'amino-

acides et d'acides nucléiques montrent peu de différences entre la composition chimique du virus et celle de la protéine normale. L'auteur suppose que la synthèse de virus ne suppose pas la destruction complète de la protéine normale suivie de la synthèse d'une substance fondamentalement différente. Il y aurait plutôt une sorte d'agrégation plus directe de la nucléoprotéine. P.L.

OWEN (R.D.) et WILDMAN (S.G.). — **The proteins of green leaves. V. Serological relationships between Tobacco mosaic virus and the main nucleoprotein componenet in tobacco leaf cytoplasm** (Les protéines des feuilles vertes. V. Relations sérologiques entre le virus de la Mosaïque du Tabac et le constituant nucléoprotéique fondamental du cytoplasme des feuilles de Tabac). *Phytopatho.* 40, 1, p. 21, 1950.

Des préparations comprenant la majeure partie du cytoplasme de feuilles de Tabac sain, produisent des sérums de titre élevé quand on les inocule au Lapin ou à la Poule. Cette protéine est beaucoup plus active que les jus utilisés jusqu'à présent probablement en raison de sa pureté, de sa concentration et du fait qu'elle n'est pas dénaturée. Les antisérums de protéines normales réagissent fortement avec des préparations purifiées du virus de la Mosaïque du Tabac. Des études quantitatives de précipitation indiquent que les réactions croisées sont dues à la présence de groupements antigéniques semblables dans les molécules protéiques respectives. Le nombre, la dimension et le caractère de ces éléments communs est encore indéterminé. Certains immunsérums de la Mosaïque du Tabac donnent également des réactions croisées avec les protéines normales, mais les réactions hétérologues sont relativement faibles.

Les comparaisons sérologiques et les études physiques et chimiques déjà relatées par les auteurs donnent de nouveaux arguments en faveur de l'idée selon laquelle le virus de la Mosaïque du Tabac dériverait de la protéine normale envisagée. Les études d'absorption d'anticorps montrent que certains groupements antigéniques caractéristiques de la protéine normale, mais non tous, sont modifiés dans cette synthèse et que de nouvelles propriétés antigéniques très efficaces et spécifiques de la protéine virus se développent. P.L.

BALD (J.G.). — **Additional methods for fixing and staining viruses in infected plant tissues** (Nouvelles méthodes de fixation et de coloration des tissus de plantes infectées). *Am. J. Botany*, XXXVI, 4, p. 335-342, 1949.

La méthode au Giemsa, indiquée antérieurement, doit être utilisée avec précaution (BALD 1949). Il peut être intéressant d'utiliser parallèlement plusieurs méthodes de fixation et de coloration. Les essais ont été réalisés surtout sur des lambeaux d'épiderme. L'auteur indique plusieurs types de fixateurs. Ils se ramènent à trois types, dans le premier rentrent du Lugol et de l'alcool à 50 p. cent dans le mélange final, le second contient du Lugol sans alcool et le troisième est à base d'acide acétique concentré. Certains de ces fixateurs de types 1, 2 ou 3 contiennent de l'acide chromique. La coloration peut être réalisée par l'hematoxyline ferrique, la fuchsine acide combinée ou non au Giemsa, le trypan bleu, l'acide carminique suivi par le Giemsa vis-à-vis duquel il joue le rôle de mordant.

Observations réalisées avec les virus de la Mosaïque du Tabac, X de la Pomme de terre, Spotted Wilt de la Tomate, Mosaïque du Concombre. Dans le cas du « spotted wilt », on observe des inclusions nettes sur les hôtes réagissant par la Mosaïque (inclusions vacuolaires).

Sur des Pommes de terre atteintes d'Enroulement, des inclusions ont pu être observées dans les cellules du parenchyme au voisinage du liber (inclusions vacuolaires). Ces inclusions sont colorées en rose par le Giemsa de même que l'intérieur de certains tubes criblés. Ce virus paraît bien confiné dans la région du liber. Le virus de Pierce de la Vigne se traduit par des inclusions dans les vaisseaux et les cellules voisines. Cette localisation confirme les indications indirectes (déduites du mode de transmission) fournies par HOUSTON et al. P.L.

BALD (J.G.). — **A method for the selective staining of viruses in infected plant tissues. Phytopatho** (Une méthode de coloration sélective des virus dans les tissus infectés). XXXIX, 5, p. 395-401.

Le principe de la méthode consiste dans la libération de l'acide ribonucléique qui est ensuite coloré par le Giemsa. L'auteur a fait des essais *in vitro* en colorant des gouttes d'une solution du virus de la Mosaïque du Tabac après dessication sur une lame. Les préparations sont traitées par le Lugol ou l'acide acétique. Le Giemsa colore ensuite intensément celles-ci en bleu ou pourpre. Le traitement à l'acide acétique est brutal et fait disparaître la fraction protéique.

D'autres essais ont été réalisés sur des coupes de tissu fixé (fixation par le liq. de Karpechenko-Coupes de 10 ou 12 μ). Les coupes étaient traitées par le Lugol à 2 p. cent puis par la teinture de Giemsa ou celle de Wright toutes deux à base d'éosine de Bleu de méthylène-éosine. La différenciation se faisait à l'aide d'alcool. L'orangé G était utilisé pour la coloration de fond. Le matériel strié derivant des plaques cristallines sous l'effet du fixateur apparaît en pourpre foncé si l'action du Lugol est suivie d'un lavage au thiosulfate. Les corps X se colorent à peu près comme les chloroplastes, mais plus fortement. En utilisant la coloration de fond à l'orangé G on voit les chloroplastes, corps X et nucléoles en vert, la chromatine du noyau bleue et les membranes jaune clair. La coloration pourpre du matériel strié ressort fortement.

L'auteur décrit une méthode de fixation et teinture de lambeaux d'épiderme de feuilles de Tabacs atteints de Mosaïque. Le fixateur est un mélange de Lugol, d'alcool, de formol et d'eau. Les inclusions ne sont pas détériorées. Les plaques cristallines notamment ne sont pas endommagées dans beaucoup de cas. La fixation est suivie par la coloration au Giemsa et orangé G (on peut utiliser aussi l'hématoxyline, le bleu trypan, etc...). Les deux colorants sont utilisés en mélange. Les préparations sont montées au baume de Canada. P.L.

PRICE (W.C.) et GUPTA (B.M.). — **Studies on inhibition of virus infection by filtrates from fungus cultures** (Etude de l'inhibition de l'infection par les virus sous l'action de filtrats de culture de Champignons). *Res. Phytopathology*, 40, 1, p. 23, 1950.

Sur 49 espèces de Champignons éprouvées, 10 produisaient des substances capables de réduire le pouvoir infectieux de la « Southern bean mosaic », de la Mosaïque du Tabac et de la nécrose du Tabac (réduction de 85 p. cent et davantage).

La substance inhibitrice du *Tricothecium roseum* inhibe l'infection lorsqu'on la mélange à une préparation de virus ou lorsqu'on l'applique sur les feuilles de la plante hôte avant l'inoculation ou 30 min plus tard. Les préparations de virus rendues non infectieuses par addition de filtrat de *T. roseum* reprennent leur activité par simple dilution, ce qui indique soit une combinaison réversible de la substance avec le virus, soit une altération de la sensibilité de la plante hôte. Deux séries d'arguments paraissent montrer qu'il y a action sur la réceptivité de la plante hôte.

En premier lieu le degré d'inhibition ne dépend pas seulement du virus, mais aussi de la plante hôte utilisée. Les produits de croissance du *T. roseum* qui réduisent le pouvoir infectieux du virus de la Mosaïque du Tabac sur le *Nicotiana glutinosa* ou des Haricots de la variété « Early Golden Cluster » dans la proportion de 97 p. cent, ne réduisent le pouvoir infectieux que de 4 p. cent sur les Tabacs hypersensibles de HOLMES (*N. digluta* × *N. tabacum*).

En second lieu, la nature de la courbe de dilution obtenue par inoculation de plantes avec des solutions, contenant des quantités variées de produits sécrétés par le Champignon par rapport à une même quantité de virus sont plus faciles à interpréter en admettant que la substance inhibitrice agit en altérant la sensibilité de l'hôte. P.L.

BLACK (L.M.), MARAMOSCH (K.) et BRAKKE (M.K.). — **Filtration and sedimentation of tumor wound virus** (Filtration et sédimentation du virus des tumeurs de blessure). *Phytopatho.*, 40, 1, p. 2, 1950.

Le virus peut être décelé en solution dépourvue de cellules de l'hôte par injection à la cicadelle vectrice et épreuve du pouvoir infectieux de cette dernière. On a montré ainsi que le virus traverse les filtres Berkfeld N et W. La constante de sédimentation à 20° est de 600 unités Svedberg. Bien que ce virus soit plus petit que celui du « Yellow-dwarf » de la Pomme de terre, ses dimensions sont de beaucoup supérieures à celles de tous les autres virus des plantes actuellement connus. Le jus de Trèfle incarnat infecté est infectieux à la dilution 10^{-4}; celui des cicadelles infectieux à 10^{-5}. En solution neutre, on trouve encore un résidu de virus actif après 10 min de chauffage à 50°, après 48 h à 0° et 48 h à — 25°. Une certaine activité subsiste après 1 h de conservation à 0° au pH 4 ou 10,7. Aucune de ces valeurs ne peut être considérée comme correspondant aux extrêmes compatibles avec la survie du virus. P.L.

OSTER (G.), KNIGHT (C.A.) et STANLEY (W.M.). — **Electron microscope studies of Dahlem, Rothamsted and Princeton Samples of Tobacco mosaic virus** (Etudes au microscope électronique d'échantillons de virus de la Mosaïque du Tabac en provenance de Dahlem, Rothamsted et Princeton). *Arch. Biochem.* XV, 2, p. 279-288, 1947.

En raison des résultats discordants publiés aux Etats-Unis, en Angleterre et en Allemagne relativement à la longueur des particules du virus de la Mosaïque du Tabac, l'auteur a entrepris l'étude comparée de trois souches de provenances différentes. Dans les trois cas les symptômes sont ceux de la Mosaïque ordinaire. Des photographies ont été réalisées au microscope électronique avec le contenu des poils de Tabacs de Turquie infectés avec chacune des trois souches.

La longueur la plus fréquente des particules, avec les trois souches, est 280 ± 8,6 mμ. L'épaisseur des particules serait de 15,2 mμ. L'examen du point isoélectrique des 3 échantillons de virus montre d'ailleurs qu'ils appartiennent vraisemblablement à la même souche.

BAWDEN et PIRIE ainsi que SIGURGEIRSSON et STANLEY ont trouvé des particules courtes dans le matériel surnageant de préparations de virus de la Mosaïque du Tabac purifiées par centrifugation. Ces particules ont été produites soit par le processus de centrifugation lui-même, soit encore par le broyage fin ou l'agitation mécanique brutale. Dans l'étude envisagée l'agitation mécanique était aussi faible que possible et l'aspect du virus est vraisemblablement le même que dans la cellule vivante. Dans ce cas il est peut-être permis de supposer que les particules plus courtes sont constituées par du virus incomplètement formé. Des observations préliminaires paraissent montrer en effet que le pourcentage de particules courtes est plus élevé aux premiers stades que plus tard.

Les rares particules dépassant 280 mμ proviennent probablement de l'agrégation de particules plus courtes. P.L.

KNIGHT (C.A.) et OSTER (G.). — **The size of the particles of some strains of Tobacco mosaic virus shown by the electron microscope** (Dimensions, déterminées par le microscope électronique, des particules de certaines souches du virus de la Mosaïque du Tabac). *Arch. Biochem.* XV, 2, p. 289-294, 1947.

Etude au microscope électronique de huit souches du virus de la Mosaïque du Tabac. Les distributions des dimensions étaient analogues avec une longueur plus fréquente de 280 ± 8,6 mμ pour six d'entre elles et 297 ± 8,6 mμ pour les virus 3 et 4 du Concombre. Les particules de ces derniers avaient une épaisseur de 13,0 ± 0,6 mμ au lieu de 15,2 mμ considérées comme l'épaisseur caractéristique du virus de la Mosaïque du Tabac.

P.L.

ZANVIN GAW (H.). — **A comparative study of the properties of two strains of Tobacco mosaic virus prepared from the sap and from the leaf residues of diseased Turkish Tobacco plants** (Etude comparée des propriétés de deux souches du virus de la Mosaïque du Tabac préparées à partir du jus et des résidus de feuilles de Tabacs de Turquie infectés). *Archiv. gesamte virus forschung*, Band III, Heft 6, p. 347-355, 1948.

Les Tabacs en expérience sont inoculés les uns avec la souche ordinaire, les autres avec la souche du Plantain du virus de la Mosaïque du Tabac. Les résidus de feuilles sont traités par fin broyage et incubation avec la trypsine ou les enzymes d'Escargot. L'incubation par la trypsine se fait dans les meilleures conditions avec 0,2 p. cent de trypsine au *p*H 7,3 pendant 20 h à 37°. Le broyage fin est réalisé avec un petit broyeur en verre à moteur. Le broyage fin, qu'il soit effectué avant ou après l'incubation en présence de trypsine, libère davantage de virus que cette dernière.

Avec la souche ordinaire on pouvait extraire 2,52 gr de virus pur par litre de jus et 2,01 gr avec le résidu correspondant. Le nombre de lésions par moitié de feuille de *N. glutinosa* était pour une concentration en virus de 1 mg par litre 49,2 pour le premier extrait et 63,5 pour le deuxième. Avec la souche du Plantain les quantités respectives de virus étaient 0,38 g et 0,22 g avec 48,2 lésions pour le premier extrait et 36,6 pour le second. La dilution limite pour l'infection atteignait 10-9 g par ml. Le point isoélectrique était indépendant de l'origine du virus (jus ou extrait de feuilles). Il atteignait 3,49 pour la souche ordinaire et 3,92 à 4 pour celle du Plantain. La viscosité ne dépend pas non plus de l'origine de la préparation. La longueur des particules photographiées au microscope électronique varie beaucoup. On observe sur une même photographie des particules très longues et très courtes mais la longueur moyenne est la même dans les quatre préparations. Les amino-acides ont été dosés. La composition du virus était indépendante de son mode d'extraction (jus ou résidu de feuilles). Enfin des épreuves sérologiques dont les résultats détaillés sont sous presse dans une autre publication montrent qu'il n'y a pas de différences dans les réactions de précipitation entre les virus extraits de jus ou de résidus de feuilles.

Il est intéressant de noter que l'auteur extrait moins de virus des résidus de feuilles que du jus (80 p. cent avec la souche ordinaire et 60 p. cent avec celle des Plantains) tandis que BAWDEN et PIRIE en ont toujours extrait davantage des résidus que du jus. Ceci tient probablement, estime l'auteur, à une différence de degré de broyage. BAWDEN et PIRIE estimaient que les préparations de virus extraites de jus étaient plus actives que celles du résidu. L'auteur trouve au contraire une activité équivalente. Selon lui il y a identité à tous points de vue entre les préparations de virus extraites des deux sources.

P.L.

BEST (R.J.). — **The constancy of chemical composition and infectivity per unit weight of Tobacco mosaic virus protein prepared over a period of years** (Constance de la composition chimique et du pouvoir infectieux par unité de poids de la protéine du virus de la Mosaïque du Tabac dans des préparations datant de plusieurs années). *Austr. Journ. Expe. Biol. and Med. Sc.*, XXVI, p. 65-69, 1948.

Les teneurs en cendres, phosphore, azote, soufre, hydrogène et carbone ont été déterminées sur 10 échantillons du virus de la Mosaïque du Tabac pendant une période de cinq ans. Les résultats présentent un haut degré d'uniformité surtout en ce qui concerne les éléments essentiels, phosphore et azote.

Les résultats sont les suivants :

	P	N	S	cendre	H	C
Valeurs extrêmes	0,50-0,55	16,25-16,89	0,12-0,25	0,78-1,97	6,85-7,10	51-51,94
moyennes	0,52	16,6	0,2	1,2	7,0	51,6

Les pouvoirs infectieux de 17 échantillons éprouvés pendant une période de neuf ans n'ont pas présenté de différences significatives par unité de poids (Conservation à 2° dans des récipients en pyrex).

SAUL MALKIEL. — **Immunological studies on Tobacco mosaic virus. V. The serological relation ship to the aucuba and $J^{16}O^{1}$ strains** (Etudes immunologiques sur le virus de la Mosaïque du Tabac. V. Relations sérologiques entre les souches aucuba et $J^{16}D^{1}$). *J. of Immunology*, LX, 2, p. 255-263, 1948.

Les souches envisagées sont chimiquement voisines entre elles et diffèrent peu de la souche normale du virus de la Mosaïque du Tabac. Elles présentent pourtant de légères

différences antigéniques. Elles se rapprochent davantage, au point de vue antigénique, de la souche ordinaire que ne le fait la souche de Plantain de Holmes.

Les différences antigéniques peuvent fort bien tenir à autre chose qu'aux amino-acides. On sait que pour certaines protéines, la spécificité est due à un glucide haptène, pour d'autre à l'acide phosphorique (caséine). Enfin, les acides nucléiques réagissent spécifiquement avec certains antisérums et peuvent avoir une action dominante.

Des essais effectués avec un sérum partiellement absorbé ont montré que l'addition d'une quantité supplémentaire de l'antigène absorbé cause une précipitation plus importante que celle provoquée par l'antigène homologue ou un autre antigène hétérologue. Ce fait n'avait jamais été noté et paraît difficile à expliquer. P.L.

BEST (R.J.). — **Longevity of Tobacco mosaic virus. Part I. : In vitro life of the pure virus in buffer solution at pH 4** (Longévité du virus de la Mosaïque du Tabac. 1re partie : Survie du virus purifié *in vitro* en solution tampon au *p*H 4). *Austr. Journ. Exp. Biol. anc Medic. Sc.* XXI, p. 163-169, 1948.

L'auteur a préparé en 1935 des solutions et suspensions de virus de la Mosaïque du Tabac purifié et des solutions de jus infectieux en solutions tampons à des *p*H variés. Le pouvoir infectieux était éprouvé à intervalles réguliers. Celui-ci diminuait dans toutes les préparations, sauf une qui est l'objet de la présente étude.

Le pouvoir infectieux d'un échantillon de virus purifié préparé à partir de jus infectieux par précipitation au point isoélectrique et maintenu en suspension dans un tampon au *p*H 4 a été mesuré de 1935 à 1947 par la méthode des lésions locales, sur le *N. glutinosa*. Il n'a pas présenté de modifications significatives pendant cette période (Concentration originelle du virus dans le jus 3 mgr par ml). P.L.

LORING (H.S.). — **The reversible inactivation of Tobacco mosaic virus by cristalline ribonuclease** (Inactivation reversible du virus de la Mosaïque du Tabac par la ribonucléase cristallisée). *J. Gen. Physiol.* XXV, 3, p. 497-505, 1942.

La ribonucléase provoque une inactivation réversible du virus de la Mosaïque du Tabac. Diverses observations conduisent à admettre que l'enzyme se combine au virus pour former un complexe. Le fait que la ribonucléase ne détruit pas l'acide nucléique lorsque celui-ci est combiné à la protéine du virus conduit à penser que l'acide nucléique n'occupe pas une position terminale dans la particule de virus mais se répartit sur toute sa longueur. On serait, sans cela, en droit de s'attendre à ce qu'il soit hydrolysé. Or, la ribonucléase ne peut rompre la liaison entre l'acide nucléique et la protéine.

L'inactivation provoquée par la ribonucléase est comparable à celle fournie par d'autres protéines à point isoélectrique élevé et correspond peut-être à la formation de complexes entre particules de protéines présentant des charges électriques de signes contraires. Le complexe formé par le virus et la ribonucléase paraît du même type que celui observé par BAWDEN et PIRIE par action de la clupéine et de la papaïne sur le virus de la Mosaïque du Tabac ou encore le complexe ovalbuminenucléique décrit par MAC INNES et LONGSWORTH. Cependant, à l'inverse de ce dernier, le complexe fourni par le virus de la Mosaïque du Tabac est insoluble dans l'eau distillée et fournit des cristaux ou des fibres caractéristiques. P.L.

TAKAHASHI (W.N.) et RAWLINS (T.E.). — **The effect of washing frozen mosaic leaves on the length of Tobacco mosaic virus particles** (L'effet du lavage des feuilles congelées sur la longueur des particules ou virus de la Mosaïque du Tabac). *J. Bact.*, 57, 1, p. 131-134, 1949. R.A.M. XXIX, 1, p. 59, 1950.

Lavage de feuilles congelées infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac (trois eaux distillées successives). Une grande quantité de virus est retrouvée dans l'eau. Parmi les six groupes de taille, antérieurement signalés, une forte proportion des particules contenues dans les eaux de lavage appartenaient au groupe moyen de 300 mμ de longueur environ. Les feuilles lavées contenaient une proportion accrue de particules courtes et moins de particules moyennes, mais malgré cela, il y avait 1/3 à 1/2 de particules de 300 mμ environ. P.L.

SHARP (D.G.) et WOLF (F.A.). — **The virus of Tobacco leaf curl** (Le virus du « leaf curl » du Tabac). *Phytopatho.* XXXIX, 3, p. 225-230, 1949.

Le virus du « leaf curl » ou « Kroepoek » du Tabac a pu être examiné par les auteurs au microscope électronique dans le jus brut et sur des préparations partiellement purifiées par ultra-centrifugation. L'importation du virus en U.S.A. étant interdite, les essais ont été réalisés sur des jus traités par le formol en provenance du Vénézuéla.

Les très belles photographies obtenues montrent des particules en forme de batonnets. L'épaisseur de ces derniers est de 15 mμ, la longueur est très variable. Elle peut atteindre 1144 mμ. La fréquence la plus grande correspond à 277 mμ. La constante de sédimentation du virus Sw^{20} est aux environs de 171×10^{-13} C.G.S. La sédimentation se fait suivant une ligne bien définie. L'aspect des particules du virus et sa constante de sédimentation sont très voisins de ceux du virus de la Mosaïque du Tabac. Il ne faut cependant pas perdre de vue, ainsi que le soulignent les auteurs qu'un matériel biologiquement actif ne se serait peut-être pas conduit rigoureusement de la même façon. P.L.

WOLF (F.A.), WHITCOMB (W.H.) et MOONEY (W.C.). — **Leaf curl of Tobacco in Venezuela** (Le « leaf curl » du Tabac au Vénézuela. *J. Elisha Mitchell. Sci. Soc.* 65, 1, p. 38-47, 1 pl., 1949. R.A.M. XXIX, 1, p. 61, 1950.

Le « leaf curl » ou « Kroepoek » du Tabac, largement distribué en Afrique, existe aussi dans l'Inde, la Russie, la Roumanie. On l'a récemment signalé au Vénézuéla. Il l'avait déjà été au Brésil. On le trouve au Vénézuéla sur des variétés introduites, « Virginie », « Barley » et « Turc », mais il existe aussi sur les variétés indigènes dans des zones éloignées ce qui paraît indiquer que la maladie existe depuis longtemps dans le pays. On trouve le plus souvent 5 à 10 p. cent de plantes malades : dans un champ toutes étaient atteintes. L'infection est généralement observée d'abord sur les jeunes plantes deux à trois semaines après transplantation, rarement sur les semis ou couches.

Bemisia tuberculata et *Aleurotrachelus socialis* se comportent comme vecteurs bien qu'ils ne se nourrissent pas beaucoup sur le Tabac mais plutôt sur les *Manihot utilissima* voisins. Les symptômes apparaissent 12 jours après l'inoculation par l'insecte sur les jeunes plantes, et au bout de 33 jours sur les plantes adultes.

Il semble que le « leaf curl » soit une maladie complexe correspondant au moins à trois virus distincts : « Tobacco leaf curl », « Cotton leaf curl » et « cassava leaf curl » (cassava mosaic) regardés par certains auteurs comme virus distincts et par d'autres comme identiques. Les auteurs donnent une liste de mauvaises herbes et de plantes cultivées qui ont présenté des symptômes lorsqu'on les colonise avec des Aleyrodes. Il n'est pas prouvé que toutes puissent être considérées comme d'authentiques plantes hôtes du virus du leaf curl du Tabac. P.L.

RYJKOFF (V.L.) et SMIRNOVA (V.A.). — **L'effet des ions Magnésium et de préparations d'acridine sur l'accumulation de protéine virus dans les plantes infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac** (en Russe). *Microbiology*, 17, 3, p. 267-270 ; résumé *R.A.M.*, XXVIII, 7, p. 549-550, 1949.

Lorsque des demi-feuilles de *N. glutinosa* inoculées parle virus de la Mosaïque du Tabac sont immergées 7 jours dans une solution à 1 p. cent de sulfate de magnésium la multiplication du virus est déprimée d'une façon marquée. Le même effet est observé avec des feuilles de Tabac infiltrées avec une solution à 0,05 p. cent de trypaflavine. Une solution à 0,001 p. cent de trypaflavine déprime les réactions nécrotiques sur les feuilles de *N. glutinosa*. Sur 16 jeunes Tomates dont certaines parties étaient inoculées et plongées ensuite dans une solution à 0,1 p. cent de SO^4 Mg pendant cinq jours, aucune ne montra de symptômes au bout de 21 jours, tandis que sur le même nombre de Tomates immergées dans l'eau 9 présentèrent des symptômes. De même, une solution de Rivanol à 0,01 p. cent peut protéger la Tomate contre l'infection.

Le Rivanol et la Trypaflavine précipitent le virus de la Mosaïque du Tabac dans sa solution. P.L.

KASSANIS (B.). — **A necrotic disease of forced Tulips caused by Tobacco necrosis viruses** (Une maladie nécrotique de Tulipes forcées provoquée par les virus de la Nécrose du Tabac). *Ann. Appl. Biol.*, XXXVI, 1, p. 14-17, 1949.

Les virus de la nécrose du Tabac sont à l'origine de graves nécroses des Tulipes qui atteignent 20 p. cent à 50 p. cent chez certaines variétés : « Alberio-Korneforus-Crater-Rose Copland » et « Krelage's Triumph ». D'autres variétés cultivées dans des conditions apparamment identiques restaient saines. Les symptômes sont des taches nécrotiques et des bigarrures apparaissant surtout sur les feuilles, mais aussi sur les tiges et les fleurs. Les petites plantes étaient souvent atteintes mortellement.

Beaucoup de fleurs malades avaient des pièces florales en nombre anormal : fleurs du type : 8 Pétales, 8 Etamines, stigmate à 4 lobes au lieu du type normal 6-6-3 ; on trouve aussi les combinaisons 6-7-3, 8-6-3, etc... La relation de ces anomalies avec l'infection reste incertaine. Le virus a pu être identifié par inoculation aux *Phaseolus vulgaris*, *N. Tabacum* et *N. glutinosa*. Il était toujours présent dans les racines et dans le bourgeon principal et les bourgeons auxiliaires des bulbes. Certaines racines présentaient des lésions brunes particulièrement riches en virus.

La maladie a été transmise par friction avec carborundum de Tulipe à Tulipe. De petites taches nécrosées apparaissent au bout de 8 jours et s'allongent en bigarrure sur les feuilles. Le virus donne des réactions sérologiques croisées avec les virus de la nécrose du Tabac (réactions positives avec un sérum obtenu à partir d'un mélange de souches de virus de la nécrose du Tabac. Avec les sérums de souches distinctes de virus de la nécrose du Tabac on a pu mettre en évidence d'au moins deux virus différents du type nécrose du Tabac).

Les dégâts ont été observés seulement en serre. Le virus se trouve non seulement dans les racines et les bourgeons du bulbe, mais aussi dans les feuilles et les fleurs. La Tulipe est la première plante où cette généralisation du virus de la nécrose du Tabac ait été notée. P.L.

DE BRUYN OUBOTER (M.P.) et VAN SLOGTEREN (E.). — **Het augusta-zick der Tulipen un virus-zickte van het Tabaks necroset type** (L'« Augusta-zick » de la Tulipe, une maladie à virus du type nécrose du Tabac). *Tijds. over Plantenziek.* 55-49, p. 262-272, 1949.

Maladie observée depuis 1928. Sporadique au début, et sans importance, cette maladie s'est ensuite répandue pendant la guerre. Celle-ci paraît due à un virus du type

nécrose du Tabac. Elle a diminué d'importance au cours de ces dernières années probablement parce que la culture du Tabac a pris fin, tandis que la Pomme de terre est moins fréquemment utilisée dans la rotation. Le nom de la maladie « Augusta-zick » est dû au fait que les premières attaques ont atteint la variété « Augusta ». P.L.

HOLMES (F.O.). — **Association of strains of Tobacco-mosaic virus with internal browning in Tomatoes** (Association du brunissement interne de la Tomate et de l'infection par certaines souches de virus de la Mosaïque du Tabac). *Plant. dis. Repts.*, 33, 9, p. 338-339, 1949. *R.A.M.*, XXIX, p. 64, 1950.

Brunissement interne de la Tomate lié à l'infection par des souches virulentes du virus de la Mosaïque du Tabac, bien qu'il n'y ait pas toujours correlation avec les symptômes du feuillage. Dans le Middlesex (New-Jersey) les Plantains (généralement *Plantago rugelli*) portent en général de telles souches de virus et serviraient de sources d'infection soit qu'il y ait contamination au champ à proximité de Plantains infectés, soit que ces derniers se trouvent près des couches à semis. P.L.

MUNSTER (J.). — **Les maladies à virus de la Pomme de terre**. *Cahiers Cont. Agr.*, n° 16, 30 p., 1949.

Mise au point très intéressante et documentée sur les maladies à virus de la Pomme de terre. On notera en particulier l'intérêt attaché en Suisse à la méthode des tubercules tests (indexage). P.L.

BERKS (R.). — **Serologische untersuchungen über das X-virus in Kartoffelpflanzen**. (Etudes sérologiques sur le virus X chez la Pomme de terre). *Phytopathology Zeits*, XVI, 1, p. 71-85, 1949.

Le comportement du virus X a été jusqu'à présent beaucoup plus étudiée chez le Tabac que chez la Pomme de terre pour diverses raisons. L'auteur a entrepris son étude chez la Pomme de terre. Les détections sont réalisées sérologiquement à l'aide de sérum desséché sur papier présentant l'avantage d'une spécificité plus élevée que les sérums liquides. Sur 2463 épreuves réalisées, il n'y eut que 41 réactions non spécifiques, soit 1,66 p. cent. Les jus passaient une nuit à 3° avant d'être éprouvés, ce qui diminue encore la proportion de réactions non spécifiques.

Des plantes de la variété « Erstling » porteuses habituelles du virus X ont été éprouvées tant en serre qu'à l'air libre. Au début de la végétation, le virus n'est pas décelable sur toutes les pousses sans qu'une relation puisse être établie entre la dimension de celles-ci et leur infection. C'est sur les feuilles moyennes que le virus a le plus de chances d'être détecté avec succès et que les réactions sont les plus fortes. En fin de végétation la proportion de feuilles renfermant du virus en quantité décelable était très élevée et les feuilles mûres partiellement désséchées donnaient des réactions positives. La variété *Priska* a donné des résultats analogues, mais ce virus n'était pas décelable dans les feuilles mûres. Les différences entre plantes de serre et de plein air sont peu importantes.

D'autres essais ont été effectués sur des « Flava » originellement saines, mais inoculées au début de la végétation par la souche Cs 36 de Köhler. La migration du virus est restée faible. Celui-ci n'a été retrouvé sur les plantes issues des tubercules de celles qui avaient été inoculées que dans un très petit nombre de cas : 6 tubercules sur 29 dans un cas et 1 sur 47 dans un autre cas.

L'auteur constate que les résultats obtenus ne condamnent nullement la méthode sérologique. Aucune méthode de diagnostic ne donne une sécurité absolue. La détermination quantitative du virus par hypercentrifugation ne donne elle-même que le virus présent dans le jus. Le virus X n'est décelable que là où il s'est abondamment multiplié. Le diagnostic à partir d'une feuille unique est incertain. Ces résultats confirment ceux de KÖHLER qui avait observé que le virus X issu du Tabac passait rarement au tubercule lorsqu'on l'inoculait à la Pomme de terre. Cet auteur avait d'ailleurs mis en évidence une modification du virus dès ses premiers repiquages sur le Tabac. Son pouvoir infectieux vis-à-vis de la Pomme de terre en serait diminué.

La dépendance du virus X par rapport au substrat a été également mise en évidence par KAUSCHE et STUBBE (1940) qui ont montré que des plantes saines soumises à l'action des rayons X, développaient des mutants lorsqu'on les inoculait ultérieurement par le virus X. La modification de la plante hôte engendrait celle du virus.

On voit donc que le problème doit être envisagé à la fois par l'étude du comportement sur Tabac, dans la nature, et par des recherches théoriques basées sur la connaissance intrinsèque du virus et de ses propriétés. P.L.

BALD (J.G.). — **Potato virus X : effectiveness of acquired immunity in older and younger leaves** (Le virus X de la Pomme de terre : existence effective de l'immunité acquise dans les feuilles âgées et jeunes). *J. Coun. Sci. industri. Res. Aust.*, XXI, 4, p. 247-251, 3 pl. 1948.

Expériences de greffage effectuées en Australie. Inoculation de Pommes de terre « Up to Date » porteuses d'une souche atténuée de virus X avec une souche virulente. La souche virulente ainsi introduite par greffage est moins concentrée et moins virulente.

Par inoculation mécanique sur feuilles âgées, il n'apparaît généralement pas de symptômes. Des subinoculations sur des plantes indicatrices montrent pourtant que la souche

virulente se développe mais reste à faible concentration. Par contre, si on inocule les jeunes feuilles du sommet, les symptômes apparaissent en général, mais moins graves que sur des plantes indemnes de virus atténué. Les subinoculations montrent que la souche virulente se développe à des concentrations élevées. L'absence de protection est peut-être due alors à la croissance des feuilles, les divisions cellulaires nombreuses permettant une compétition entre les souches. Une deuxième raison suggérée par les recherches de SALAMAN est que la souche masquée n'envahit pas complètement les tissus jeunes. P.L.

HUTTON (E.M.). — **Some factors affecting localized and systemic necrotic reaction to virus Y in Potato** (Certains facteurs affectant la réaction au virus Y par nécroses locales ou généralisées). *Austr. J. Sci. Res. Ser.* B, 1, 4, p. 416-438, 2 pl., 1948.

Inoculation mécanique de plantes issues de semis, à l'aide de quatre souches du virus Y et d'une souche du virus C. Les réactions allaient de la tolérance à l'hypersensibilité en passant par le « leaf drop streak » et les graves nécroses généralisées.

Sur de nombreuses plantes, on obtenait des nécroses léthales lorsque l'inoculation était réalisée sur des individus faibles et des nécroses généralisées sur des plantes plus vigoureuses. Il est donc bon de réaliser les inoculations sur des plantes vigoureuses. Les plantes jeunes en voie de croissance active de classes sensibles donnent des réactions localisées sur les feuilles inoculées, tandis que les plantes âgées ou celles qui ont un métabolisme ralenti donnent un type diffus de réaction nécrotique, l'inactivation du virus se produisant dans des tissus distants des lieux d'inoculation.

Il ressort de cette étude que le type de réaction observé avec le virus Y est différent de l'hypersensibilité au virus X présentée par « Epicure » et d'autres variétés, cette dernière réaction n'étant pas influencée par les conditions de nutrition. La souche de virus Y utilisée est importante pour déterminer si la réaction est ou non localisée. Une plante hypersensible à une souche a une chance sur d'eux d'être hypersensible à une autre. P.L.

BRAKKE (M.K.), BLACK (L.M.) et WYCKOFF (R.W.G.). — **Correlation of Potato yellow-dwarf virus bodies with infectivity during centrifugation** (Correlation, en cours de centrifugation, entre la présence des corpuscules du virus de yellow-dwarf et l'existence d'un pouvoir infectieux). *Rev. Phytopatho.*, 40, 1, p. 3, 1950.

BLACK, MOSELY et WYCKOFF ont obtenu les premières photographies au microscope électronique d'un virus transmis par Cicadelle : celui du yellow-dwarf de la Pomme de terre. Les éléments observés sont beaucoup plus gros que ceux correspondant aux autres virus des plantes. La vitesse de sédimentation a été déterminée par les auteurs par centrifugation horizontale dans des tubes capillaires en verre de 2 mm. La constante de sédimentation était de 1130 ± 100 unités Svedberg à 20°. Ceci correspond à des particules de 110 mμ environ. Les échantillons prélevés au-dessous de la frontière étaient infectieux et contenaient les corpuscules observés au microscope électronique tandis que les échantillons prélevés au-dessus de la frontière n'étaient pas infectieux et se montraient dépourvus d'éléments figurés. Cette méthode pouvant être utilisée avec des préparations non purifiées ; son utilisation en combinaison avec la technique d'injection à l'insecte devrait apporter une information sur les dimensions des autres virus transmis par Cicadelles. P.L.

HUTTON (E.M.) et OLDAKER (C.E.W.). — **Rosette, a virus disease of the Potato in Tasmania** (La rosette, maladie à virus de la Pomme de terre en Tasmanie). *Journ. Austr. Inst. Agr. Sc.*, 15, 1, p. 25-31, 1949.

Maladie observée en Tasmanie et Nouvelle-Galles du Sud sur les variétés « Bismark », « Brownell » et « Up to Date » (Factor) en Tasmanie et « Factor » seule en Nouvelle-Galles du Sud. Sans importance économique, la maladie ne paraît pas s'accroître. Les plantes sont rabougries et les feuilles frisolées. Il y a une hyperplasie d'une partie du liber interne et du liber primaire assez comparable à celle décrite par SAMUEL dans le cas du « big-bud » de la Tomate. La maladie a pu être transmise par greffage et peut donc être attribuée à un virus. Cette transmission se fait difficilement à la Pomme de terre, mais facilement au Tabac et à la Tomate. La maladie paraît se rapprocher du « green dwarf » décrit aux États-Unis. P.L.

BENNETT (C.W.). — **Some unreported host plants of Sugar Beet Mosaic Virus** (Quelques plantes hôtes non signalées du virus de la Mosaïque de la Betterave). *Phytopatho.*, XXXIX, 8, p. 669-672, 1949.

Dans les champs de Betterave à sucre du sud de la Californie, le virus de la Mosaïque de la Betterave atteint trois espèces non indiquées comme sensibles : *Amaranthus retroflexus*, *Melilotus indica* et *Trifolium incarnatum*. Artificiellement, le virus a pu être transmis à ces espèces et aussi à d'autres non signalées comme sensibles (inoculations réalisées avec *Myzus persicae*) : *Beta patellaris*, *Browallia speciosa*, *Nicotiana quadrivalvis*, *N. clevelandi*, *Phacelia campanularia*, *Pisum sativum*, *Samolus parviflorus*.

L'inoculation par greffage avec *N. clevelandi* et *N. quadrivalvis* paraît montrer que les plantes suivantes sont immunes : *Datura meteloides*, *D. Stramonium*, *Lycopersicon esculentum*, *Nicotiana acuminata*, *N. glauca*, *N. glutinosa*, *N. Langsdorffii*, *N. longiflora*, *N. palmeri*, *N. paniculata*, *N. rustica*, *N. sylvestris*, *N. tabacum*.

Toute une série de plantes a résisté aux inoculations par le *Myzus persicae*. Les symptômes présentés par les nouvelles espèces sensibles découvertes sont indiqués brièvement.

Sur *Melilotus indica*, chlorose bordant les nervures, chez *Trifolium incarnatum*, rabougrissement, feuilles déformées, mosaïque, chlorose. Mosaïque chez *Nicotiana clevelandi* et *N. quadrivalvis*. Chez *Samolus parviflorus* on observe d'abord des nécroses, il y a ensuite un certain degré de guérison. L'infection se traduit, chez *Beta patellaris* par un rabougrissement, les feuilles sont déformées mais la maladie reste parfois localisée sur certaines pousses.

Bien que les infections naturelles de *Melilotus indica* et surtout de *Trifolium incarnatum* (forte attaque en 1943) ne soient pas négligeables, l'auteur ne pense pas que ces plantes constituent des sources importantes de virus comparativement aux porte-graines de Betteraves. P.L.

HUTTON (A.M.) et PEAK (A.R.). — **Spotted wilt resistance in Tomato** (La résistance au spotted wilt chez la Tomate). *Journ. of Austr. Inst. of Agr. Sc.*, 15, 1, p. 32-36, 1949.

En Australie, les conditions sont telles que les variétés « Pearl Harbour » et « Manzana» sont atteintes dans les champs. La lignée de Portes de *L. pimpinellifolium*, facile à hybrider avec les variétés commerciales, est « field immune » à la maladie, mais cette résistance paraît liée au type particulier de la plante. Le travail réalisé paraît indiquer que l'on peut briser cette liaison et obtenir des types acceptables au point de vue commercial présentant la haute résistance du *L. pimpinellifolium* (lignée de Portes). P.L.

SAUL RICH. — **Some relations between Phaseolus virus 2 and its associated crystalline inclusions** (Sur certaines relations entre le Phaseolus virus 2 et les inclusions cristallines qui lui sont associées). *Phytopatho*, XXXIX, 3, p. 221-224, 1949.

MC WHORTHER (1941) a mis en évidence des inclusions cristallines dans les nucléoles et le cytoplasme des plantes infectées par le Phaseolus virus 2. La coloration au trypan bleu rend leur observation aisée.

L'inoculation était faite à des Fèves par friction avec du carborundum. Le septième jour après l'inoculation, alors que les symptômes externes n'étaient pas apparus, de petits cristaux étaient visibles dans les nucléoles. Dans les deux jours qui suivaient le « vein clearing » devenait évident et les inclusions nucléolaires étaient plus abondantes et plus faciles à colorer. Les inclusions cytoplasmiques apparaissaient seulement plus tard. L'apparition des inclusions cytoplasmiques était d'autant plus précoce et celles-ci d'autant plus abondantes que les plantes poussaient avec davantage de vigueur au moment de l'inoculation. Dans les observations de Sheffield sur le virus du « Severe etch », les inclusions nucléolaires n'apparaissaient au contraire que deux jours après l'extériorisation des symptômes. Les feuilles déjà mûres au moment de l'inoculation n'extériorisent pas de symptômes. Parmi ces feuilles, les plus jeunes renfermaient encore des inclusions, les plus âgées en étaient dépourvues.

FULTON (1941) a noté la présence d'inclusions dans les racines de Tabacs infectés par le virus de la Mosaïque du Tabac. Dans le cas étudié par l'auteur aucune inclusion n'a pu être mise en évidence dans les racines. Il n'y en avait pas non plus dans le méristème terminal, ni dans les feuilles âgées. De petits cristaux étaient présents dans les nucléoles des très jeunes feuilles. La tige contenait des inclusions dans sa partie située au-dessous du niveau du sol.

Des feuilles dépourvues de symptômes et d'inclusions peuvent renfermer du virus. Par contre les inclusions ne se rencontrent que dans des organes contenant du virus. Les essais effectués en vue de mettre le virus en évidence dans les racines ont fourni des résultats négatifs mais l'auteur ne les considère pas comme absolument concluants. P.L.

ROY MARKHAM et SMITH (K.M.). — **Studies on the Turnip yellow mosaic** (Recherches sur la Mosaïque jaune du Navet). *Parasitology*, XXXIX, 3-4, p. 330-342, 1949.

Cette étude du plus haut intérêt porte sur un virus nouveau déjà signalé par les auteurs en 1946. Les symptômes sont décrits en détail. Il s'agit essentiellement d'une mosaïque intense à taches jaunes.

Le virus est confiné sur les Crucifères. L'inoculation de plantes d'autres familles et la transmission par les Cuscutes ont échoué. Le virus infecte divers *Brassica*, la Bourse à Pasteur (*Capsella bursa pastoris*), le Cresson. Le virus est commun dans les régions de Bristol et d'Edimbourg ainsi qu'au Portugal. La température d'inactivation est de 70-75°. La limite de dilution 10^{-5} à 10^{-6}. La transmission par inoculation mécanique est facile. Les insectes suceurs et notamment les Pucerons ne prennent aucune part à la transmission du virus. Par contre divers espèces de *Phyllotreta* jouent le rôle de vecteurs. Leur aptitude à transmettre le virus peut subsister jusqu'à 72 h après le repas contaminant. *Phyllotreta undulata*, *P. cruciferae*, *P. nemorum* et *P. atra* sont actifs ainsi que *Phaedon cochleariae* parmi les Coléoptères. La transmission a été obtenue avec certaines Sauterelles, le *Forficula auricularia*. Les chenilles de Piérides ont donné des résultats négatifs. Des expériences de transmission très précises ont été réalisées avec *Phaedon cochleariae*. Le virus paraît se comporter comme un virus persistant. On a pu obtenir la contamination d'insectes en leur faisant absorber des gouttelettes de liquide sucré contenant du virus.

Les cas de transmission de virus transmis par insectes broyeurs sont très rares. On a cité en U.S.A. un vecteur du virus de la Mosaïque du Concombre, une Sauterelle transmettant le spindle tuber, et un virus des Crucifères transmis par la chenille d'une Piéride. En Europe, le cas étudié ici est le seul. Les insectes vecteurs n'ont pas de glandes salivaires et la transmission serait liée à la nécessité d'une régurgitation qui amènerait le virus au contact des tissus de la plante saine. On sait au contraire que chez les Pucerons c'est la salive qui apporte le virus. Le dispositif anatomique qui empêche la régurgitation chez les Pucerons n'existe pas chez les insectes étudiés (la valve au lieu d'être dans l'œsophage se trouve entre le jabot et l'intestin moyen). L'explication de la période d'incubation habituellement donnée pour les virus persistants (diffusion du virus à travers les parois du tube digestif et arrivée aux glandes salivaires) n'est pas applicable ici. De plus, on ne comprend pas pourquoi le virus de la Mosaïque du Tabac et le virus X de la Pomme de terre ne sont pas transmis dans les mêmes conditions. Des essais de transmission du virus X de la Pomme de terre par le *Psylliodes affinis* sont en cours.

Le virus a été purifié. On peut extraire 200 à 500 mgr de virus par litre de jus, parfois 1 gr. Il faut s'adresser à des plantes peu nourries. Une méthode de purification est décrite. Précipitation par l'alcool pour clarifier le jus. Centrifugation. Traitement du liquide surnageant par le sulfate d'ammonium. Le virus se dépose lentement et cristallise. Diverses techniques permettent de pousser la purification plus loin. Les cristaux sont octaédriques. Les observations au microscope électronique ont montré que les particules mesuraient 20 mμ environ. Elles sont sphériques. Les propriétés chimiques sont étudiées en détail. Il s'agit d'un nucléoprotéide contenant 28 p. cent d'acide nucléique. Les épreuves destinées à mettre en évidence le désoxyribose ont toujours échoué. Le pouvoir infectieux des solutions disparaît en quelques semaines à la température ordinaire. Des antisérums ont été obtenus et seront étudiés en détail dans une autre publication.

L'action de l'alcool sur le virus est étudiée en détail. La technique de purification utilisée fait usage d'une proportion d'alcool telle que le virus n'est pas précipité avec les impuretés. L'action dénaturante de l'alcool sur le virus ne se produit pas lorsque la température est basse. Pour purifier le virus on peut sans inconvénient le faire cristalliser dans une solution alcoolique diluée à 0°.

Les essais d'électrophorèse, avec l'appareil de Tiselius, ont montré que le virus migre avec une seule ligne de séparation. Les solutions sont donc électriquement homogènes. Le point isoélectrique correspond au *p*H 3,5. OGSTON et CECIL ont trouvé qu'à l'ultracentrifugation le virus sédimente en donnant deux composants ayant des vitesses de sédimentation différentes, le plus rapide correspond aux 80 p. cent du total. La couche supérieure isolée réagit avec l'immun-sérum de la même façon que la couche profonde, mais l'étude spectrographique a montré qu'elle ne contenait pas d'acide nucléique. Cette partie est dépourvue de pouvoir infectieux. On pourrait penser que l'apparition de cette fraction soit due à l'usage d'alcool éthylique, celui-ci ayant un effet dénaturant considérable. Sans usage d'alcool on obtient aussi les deux fractions ce qui montre que l'hypothèse est fausse Le comportement sérologique et électrophorétique des deux fractions, avec et sans acide nucléique, étant identiques, on est amené à penser que celui-ci est à l'intérieur de la particule, les surfaces externes étant identiques dans les deux cas. Les particules sans acide nucléique seraient des sphères creuses dont la cavité occuperait le 1/4 du volume total.

Le fait que la protéine est incapable de multiplication bien qu'ayant gardé ses propriétés, paraît montrer que l'acide nucléique est essentiel à la multiplication des virus. La cristallisation peut se faire sous plusieurs formes. Ceci n'est pas exceptionnel et a déjà été observé dans le cas du virus du Bushy stunt de la Tomate. P.L.

MATTHEWS (R.E.F.). — **Plant virus proteins and antibody-antigen reactions** (Les virus-protéines des plantes et les réactions anticorps-antigène). *Nature*, 161, p. 611, 1948.

Etude des propriétés antigéniques de la « Yellow-mosaic » du Navet en suivant la méthode de BOYD. A noter en particulier que l'auteur observe que la plus basse concentration en virus donnant encore un précipité est indépendante de la dilution de l'antisérum lorsque celui-ci ne se trouve pas en excès. Il y a alors une inhibition qui atteint son maximum avec un sérum pur.

L'auteur estime que cette inhibition peut être attribuée avec vraisemblance à un effet non spécifique dû à des constituants normaux du sérum. Un lapin étant préparé avec un mélange du virus de la « turnip yellow mosaic » et du virus de la Mosaïque du Tabac, l'auteur constate que les deux immunisations paraissent indépendantes l'une de l'autre. Les anticorps produits sont spécifiques de chaque protéine et, dans les réactions *in vitro* les deux systèmes précipitent indépendamment sauf lorsque le temps de précipitation de tous deux est très voisin ; ce qui a lieu notamment lorsque les concentrations en virus et en sérum sont élevées. P.L.

FUKUSCHI (T.). — **Further studies on the dwarf disease of Rice plant** (Nouvelles études sur la maladie de Rabougrissement du Riz). *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 45, 3, p. 83-154, 2 pl. 2 diagr. 2 fig. 1946. *R.A.M.* XXVIII, 11, p. 588-589.

Ces résultats confirment l'existence de la multiplication du virus chez l'insecte vecteur *Nephotetixapicalis* var. *cincticeps*. Sept à trente-huit jours s'écoulent avant que la nymphe sortant d'un œuf virulifère devienne infectieuse. Le pouvoir infectieux est très variable d'un insecte à l'autre. Dans certains cas ce pouvoir se réduit ou disparaît à la fin

de la vie de l'insecte. Dans d'autres, il persiste toute sa vie. Le virus paraît, d'après certains croisements, se multiplier uniquement chez certaines Cicadelles possédant certains caractères héréditaires dominants. La période d'incubation du virus dans le corps de l'insecte varie de 10 à 73 j. Dominance 30 à 45 j. P.L.

SEVERIN (H.H.P.). — **Transmission of the virus of Pierce disease of Grapevines by leaf hoppers** (Transmission du virus de la maladie de Pierce de la Vigne par les Cicadelles). *Hilgardia*, 19, 6 p. 190-202, 4 pl., 1 fig. 1949.

Transmission de vignes infectées à vignes saines par *Neokolla circellata*, *Carneocephala fulgida* et *Helochara delta* qui contaminent en utilisant un seul insecte dans les proportions de 65, 33 et 32 p. cent. Pourcentages faibles avec *Draeculacephala minerva*, *Friscanus friscanus*, *N. severini*, *Pagaronia confusa*. Sur cinq espèces éprouvées, une seule *N. circellata* a transmis le virus de Vigne à Luzerne (30 p. cent). Aucune transmission n'a été obtenue de Luzerne à Luzerne avec 5 espèces (y compris *N. circellata*) ou de Luzerne à Vigne avec une seule espèce.

En serre, un *N. circellata* a vécu 129 j et a retenu le virus 122 j. Une ♀ a vécu 92 j et retenu le virus jusqu'à la fin. La période de latence minimum du virus (transmission de Vigne à Vigne) était de 2 h et le maximum 7 h chez *N. circellata* et *C. fulgida*. Chez *D. minerva* 7 h et 24 h. P.L.

HARRIS (R.V.) et CADMAN (C.H.). — **A.R.C. Scottish Raspberry investigation.** (Recherches écossaises sur le Framboisier). *Rep. E.-Malling Res. Sta.*, 1947, p. 50-52, 1948.

Au moins dix virus ou groupes de virus, reconnaissables par leurs symptômes sur hôtes différentiels ont été identifiés sur le Framboisier en Ecosse. La combinaison de deux virus du groupe 2 de la Mosaïque joue un rôle majeur dans la « Symptomless degeneration ». Les Framboisiers sauvages peuvent servir de réservoirs de virus. Le leaf curl paraît dû à un complexe de virus.

Le stock entier de « Lloyd George » provenant de matériaux originaires de Nouvelle-Zélande et aujourd'hui propagé en Ecosse et Suffolk, paraît indemne de virus. Sur 100 nouveaux semis en sélection en Ecosse, trois seulement présentent de sérieuses infections. Quelle que soit l'organisation adoptée pour la production commerciale de stocks sans virus, il est important de maintenir une ou deux plantes indemnes de chaque variété, dans des conditions de protection efficace.

En raison des récentes attaques du Framboisier par le « Loganberry dwarf » dans le Sud de l'Angleterre, l'attention est attirée sur les stocks anglais plantés en Ecosse. P.L.

PRENTICE (I.W.). — **Resolution of strawberry virus complexes. III. The isolation and some properties of virus 3** (Resolution des complexes de virus du Fraisier. III. Isolement du virus 3 et étude de quelques-unes de ses propriétés). *Ann. Appl. Bio.* XXXVI, 1, p. 18-25, 1949.

Des Pucerons (*Capitophorus fragariae*) qui se sont nourris plusieurs jours sur un Fraisier atteint de crinkle transmettent deux virus. L'isolement et les propriétés de l'un deux (virus 1) ont déjà été décrits par l'auteur. L'autre (virus 3) a été séparé en transferrant les Pucerons sur des indicateurs frais après 24 h.

Inoculés par greffage, des plants de « Royal Sovereign » réagissent par des taches chlorotiques proéminantes apparaissant sur les feuilles et parfois des nécroses le long des petites nervures. Plus tard, certaines taches chlorotiques se nécrosent et deviennent brun-rouge. Il s'agit en somme d'une forme légère du « severe crinkle ». Les symptômes s'atténuent ensuite pour redevenir plus intenses au milieu de l'été, mais moins que dans la phase initiale. Des symptômes semblables ont été observés sur des plantes inoculées à l'aide de Pucerons, mais souvent précédés par un vein-clearing ou des tachetures pourpres de la surface du limbe. Il semble probable que le virus a une période d'incubation dans le corps de l'insecte.

L'auteur reporte en un tableau les symptômes produits sur *Royal Sovereign* et *F. vesca* par les virus 1, 2 et 3, soit isolément, soit en combinaison.

Virus	Symptômes sur F. vesca	Symptômes sur R. Sovereign
1	Taches chlorotiques, torsion des feuilles.	Légères tachetures chlorotiques.
2	Légères tachetures chlorotiques; légère chlorose-Feuille en coupe.	Légère chlorose surtout sur les bords des folioles.
3	Tachetures chlorotiques graves; torsion du limbe; nécrose des nervures.	Forme légère du « severe crinkle » (taches chlorotiques et nécrotiques nettes).
1 + 2	Taches chlorotiques; rabougrissement accentué; souvent mortel.	« Yellow-edge » grave.
1 + 3	—	Forme légère du « severe crinkle »
2 + 3	—	« Severe yellow-ege ».
1 + 2 + 3	—	« Yellow-edge » très grave.

La gravité du « severe crinkle » tel qu'on l'observe au dehors est souvent plus grande que celle qui correspond ici à 1 + 3. Ceci peut être dû à un virus surnuméraire ou à des conditions de milieu différentes. Le virus 3 n'ayant pas été isolé du « mild crinkle » il semble bien que celui-ci soit étiologiquement différent du « severe crinkle ». Cette différence avait déjà été décelée uniquement à partir de l'étude des symptômes par ZELLER (1933) et HARRIS (1938). On avait déjà montré qu'un yellow-edge est dû au complexe 1 + 2. On voit maintenant qu'une forme étiologiquement distincte est provoquée par 2 + 3. Jusqu'à présent ce complexe n'a pas été observé dans la nature mais un virus apparemment identique au virus 3 a été trouvé dans la nature en association avec 1 et 2. P.L.

JENSEN (D.D.). — **Papaya ring-spot virus and its insect vector relationship.** (Le virus de Ringspot de l'Avocatier et ses insectes vecteurs) *Phytopatho.* XXXIX, 3, p. 212-220, 1949.

Myzus persicae est le principal insecte vecteur du ring-spot de l'Avocatier. *Aphis gossypii*, *A. medicaginis*, *A. rumicis* sont également vecteurs. *Macrosiphum solanifolii* et *Micromyzus formosanus* sont probablement aussi vecteurs mais les épreuves ont été trop peu nombreuses pour être concluantes. La transmission paraît se faire sur le mode non persistant (pas d'incubation : le virus ne se conserve pas au delà du premier transfert). Des groupes de 150 à 200 *Myzus persicae* transmettent la maladie dans 100 p. cent des cas après transfert en provenance d'arbres présentant des symptômes depuis seulement 10 j. Le même nombre de pucerons ne donne que 53 p. cent d'infections après transfert en provenance d'arbres malades depuis 3 mois. P.L.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

GALLAY (R.). — **Rapport d'activité 1947.** *Ann. agric. de la Suisse*, p. 555-660, 1948.

Cet important travail résume l'ensemble des recherches de la Station fédérale d'essais de Lausanne-Montagibert au cours de l'année 1947. En ce qui concerne la phytomédecine, nous relevons les indications suivantes :

Traitements fongicides. — En présence de faibles attaques du Mildiou de la Vigne, un oxyde cuivreux s'est montré inférieur à la bouillie bordelaise, à quantités égales de cuivre. Des traitements contre l'Oïdium de la Vigne au moyen de pulvérisations d'un soufre très finement divisé ont causé des brûlures au feuillage ; ces brûlures sont augmentées par le mélange avec la bouillie bordelaise et surtout avec un oxyde cuivreux. Elles sont en rapport avec la finesse du soufre. Il faut noter cependant que les témoins non traités présentaient eux aussi des brûlures. Contre la Tavelure du Pommier, un soufre mouillable a été un peu plus efficace que la lessive sulfocalcique.

Traitements insecticides. — Le S.N.P. a donné de bons résultats dans la lutte contre les Tordeuses de la grappe. Contre l'Anthonome du Pommier, le D.D.T. est supérieur à l'H.C.H. en traitements précoces, l'H.C.H. est supérieur en traitements tardifs. L'H.C.H. est plus efficace que le D.D.T. contre les Hoplocampes. Enfin, contre le Carpocapse, les émulsions de D.D.T. ont donné des résultats égaux ou supérieurs à l'arséniate de plomb.

Emploi des substances de croissance. — Un test utilisant le Haricot a été mis au point pour identifier les quatre substances de croissance les plus utilisées en agriculture : acide β indolacétique, acide α-naphtylacétique, acide phénoxyacétique, acide β-naphtoxyacétique. Ce test consiste à décapiter de jeunes pieds de Haricots et à enduire la plaie avec le produit ; la réaction des tissus permet l'identification. Les études de désherbage ont montré que le sel de sodium de l'acide 2,4 dichlorophénoxyacétique présente le maximum d'efficacité au moment où les plantes croissent le plus rapidement. En absorption par les racines, le 2,4-D. a peu d'action sur le Pommier et sur la Vigne ; il agit un peu plus sur le Poirier, très fortement sur le Sorbier et le Rosier. Pour empêcher la chute des fruits avant la récolte, l'α-naphtylacétate de sodium doit être appliqué à la concentration de 10 mg par litre, 1 jour ou 2 avant que la chute ne commence. M. RAU.

CLAUSEN (R.L.). — **La lutte contre le Hanneton Melolontha melolontha L.** *Actes soc. helv. sc. nat.*, p. 93-94, 1947.

Des pulvérisations sur Pruniers contre le Hanneton adulte ont donné les résultats suivants : avec une bouillie contenant 195 g de H.C.H. par hl., les dégâts ont été de 3,6 p. cent ; avec une bouillie à 200 g de D.D.T., dégâts de 4,0 p. cent ; chez les témoins, dégâts de 8,1 p. cent. La mort est plus lente avec le D.D.T. qu'avec l'H.C.H.

Les arbres traités au D.D.T. sont préservés pendant 10 à 16 j ; avec l'H.C.H., pendant 11 à 13 j. Les deux insecticides n'ont aucune action répulsive. Au contraire, les Hannetons consomment plus de feuilles traitées que de feuilles saines. L'H.C.H. est supérieur au D.D.T. dans la lutte contre le Ver blanc. M. RAU.

PARKIN (A.E.). — **D.D.T. impregnation of sacks for the protection of stored cereals against insects infestation** (Imprégnation des sacs au D.D.T. pour protéger les stocks de céréales contre les insectes). *Ann. appl. biol.*, 35, 233-242, 1948.

Différents types de sacs ont été imprégnés de D.D.T., à des doses de 1 p. cent et 5 p. cent de leur poids, par trempage dans une solution du produit dans le « white spirit ».

Les sacs remplis de grains ont été placés dans des locaux plus ou moins contaminés par différents insectes des grains. On a déterminé au bout de 15 j le nombre des insectes existant dans les sacs. Sauf pour *Ephestia elutella*, qui a donné des résultats peu nets, les infestations ont été trouvées en rapport avec l'étanchéité des sacs et leur teneur en D.D.T.

La dose de 1 p. cent de D.D.T. est suffisante, si le grain n'est pas infesté à l'origine et si les sacs sont placés dans des locaux modérément infestés. La dose de 5 p. cent peut donner une protection presque absolue dans tous les cas, si les sacs offrent une certaine résistance mécanique à la pénétration des insectes. M. RAU.

HODSON (A.C.). — **Further studies of lures attractives to apple maggot** (Nouvelles études de liquides attractifs pour la Mouche des Pommes). *J. econ. entom.*, 41, 61-66, *1948*.

Contre le *Rhagoletis pomonella*, ont été essayés plusieurs appâts liquides renfermant des composés susceptibles de dégager de l'ammoniac. Un mélange contenant 2 p. cent d'urée et 3 p. cent de soude caustique est resté très actif pendant plusieurs semaines ; à partir d'une semaine, le pouvoir attractif reste constant. Les pièges secs au carbonate d'ammonium sont un peu moins actifs que les meilleurs pièges liquides, mais ils sont plus faciles à manipuler. Le but de cette étude était d'avoir des renseignements sur la date des traitements, les dégâts à prévoir et l'importance des populations de Mouches.

M. RAU.

PHYTOPHARMACIE

MAC CALLAN (S.E.A.). — **What every dealer should know about fungicides** (Ce que tout marchand de produits doit savoir au sujet des fongicides). *Agric. chemicals*, t. 3, n° 7, p. 23-25, 77 et 79, 1948.

Ce travail de vulgarisation constitue un excellent résumé de la question des fongicides aux États-Unis. On peut en retenir quelques indications. Le soufre est le fongicide le plus employé, avec une consommation de 72 000 t par an. Le soufre pour poudrage doit passer au tamis 325. Pour la pulvérisation, il en existe 3 types : le soufre de flottation, présenté en pâte, le soufre micronisé, préparé dans des moulins à impact et avec séparation par l'air, le soufre bentonité.

La bouillie bordelaise est la principale forme des bouillies cupriques : consommation de 50 000 t de sulfate de cuivre par an. On vend en outre : des sulfates de cuivre tribasiques, des oxychlorures, des oxydes cuivreux rouges ou jaunes, et différents sels de cuivre : silicate, phosphate, zéolithe. Les oxychlorures sont considérés comme les plus fongicides et les plus phytocides après la bouillie bordelaise.

Les fongicides mercuriques sont utilisés, non seulement pour le traitement des semences (ex. : cyanamide phénylmercurique), mais en application sur les arbres fruitiers (lactate de phénylmercuritriéthanolammonium). Plusieurs éléments minéraux fongicides, l'argent, le cadmium, le plomb, l'arsenic, n'ont pas d'applications agricoles ; l'oxyde de zinc en a peu. Certains chromates complexes sont en cours d'étude.

Les principaux composés organiques commercialisés comme fongicides agricoles sont : les diméthyldithiocarbamates de fer et de zinc, les éthylène-bis (dithiocarbamates) de sodium et de zinc, le disulfure de tétraméthylthiurame, la tétrachlorobenzoquinone, la dichloronaphtoquinone, la quinoléine et ses dérivés, 8-quinoléinates de cuivre et de zinc, bromure de laurylisoquinoléinium, les dérivés de la glyoxalidine, le dinitro-orthocrésolate de sodium, le trichlorophénol. Le formol voit ses emplois agricoles diminuer. Quelques insecticides à action gazeuse peuvent être employés comme fongicides dans les sols : chloropicrine, bromure de méthyle, D-D., dibromométhane. M. RAU.

MARTIN (H.). — **Some biochemical aspects of insecticide research** (Quelques aspects biochimiques des recherches sur les insecticides). *Research*, 1, 640-646, 1948.

Un insecticide doit, pour agir, réunir deux propriétés : déranger quelque processus vital, et pouvoir pénétrer jusqu'au point où ce processus se déroule. La D.L.M. mesurée par les toxicologues est une concentration appliquée à l'extérieur de l'organisme, et non celle qui atteint le siège de la fonction perturbée. Elle dépend donc des deux facteurs indiqués. Plusieurs théories ont été proposées pour la pénétration des agents chimiques dans les organismes, en particulier la théorique des lipoïdes d'OVERTON. Dans une série chimique homologue, les actions de contact croissent en progression géométrique, quand les poids moléculaires croissent en progression arithmétique. Il y a une corrélation entre la toxicité et la tension de vapeur.

Les trois relations entre la toxicité d'une part, et l'activité de surface, la tension de vapeur et le coefficient de partage d'autre part, ont ceci de commun qu'elles expriment la concentration du toxique au niveau de la biophase sensible. On peut simplifier ces relations en remplaçant la concentration externe par l'activité thermodynamique du produit à cette concentration. En effet, dans un système en équilibre, l'activité thermodynamique est la même dans les différentes phases. On montre que, pour les divers hydrocarbures polychlorés, il y a un rapport assez constant entre la tension de vapeur de la D.L.M. et la tension de vapeur à saturation. Ce rapport varie entre 0,24 et 0,36.

En ce qui concerne les relations entre la structure chimique et l'activité biologique, l'exemple de la sésamine et des composés voisins montre l'existence d'un groupement chimique toxique, le groupement dioxyméthyle $CH^2 < \begin{matrix} O— \\ O— \end{matrix}$; celui-ci ne peut agir que s'il est associé à un groupement « toxophore », qui peut être une des fonctions sulfonyle, sulfoxide, sulfone, 4.4.dichlorophényle, etc.

Le mode d'action des poisons envers les insectes a donné lieu à deux hypothèses : celle de la compétition et celle de la déshydrochloration. L'action de compétition se produirait lorsqu'une molécule essentielle à la vie, par ex. une vitamine, est remplacée par une molécule étrangère de même structure et de même dimension, mais incapable de jouer un rôle utile dans l'organisme. L'isomère γ de l'H.C.H. entrerait en compétition avec le méso-inositol. Le sélénium, quand il remplace le soufre dans la constitution des plantes, empêche la reproduction des insectes qui s'en nourrissent.

L'Auteur penche pour la seconde hypothèse : l'action des insecticides chlorés serait en rapport avec leur aptitude à libérer HCl : à ce point de vue, le β.H.C.H. est beaucoup plus stable que le γ ; l'o.o'. D.D.T. plus stable que le p.p'.D.D.T. Il faut cependant que les composés aient une haute teneur en chlore, pour que ce phénomène se produise. Seuls, les composés très chlorés perdent facilement 1 ou 2 HCl. M. RAU.

GUERIN (H.) et MAS (R.). — **Sur les arséniates de cuivre**. *C.R. acad. sc.*, 226, 1615-1616, 1948.

Parmi les arséniates de cuivre, les sels suivants chimiquement définis ont été mis en évidence : 2 biarséniates monocupriques, un arséniate bicuprique, un arséniate tricuprique et un arséniate tétracuprique. En milieu très acide, le composé stable renferme 2 As^2O^5 pour 1 CuO. L'arséniate bicuprique, stable à la température ordinaire, s'hydrolyse à chaud pour donner le tétracuprique. Ce dernier est le seul stable en présence d'eau ; il correspond à un minéral, l'olivénite. L'arséniate tricuprique est hydrolysable et très délicat à préparer. On obtient par double décomposition un autre sel, le biarséniate pentacuprique. M. RAU.

RICHARDSON (Ch.-H.). — **A system of sampling and rating codling moth investigations** (Système de prise d'échantillons en vue des études sur le Carpocapse). *J. econ. entom.*, 41, 75-79, 1948.

L'évaluation de la valeur des insecticides d'après la numération des fruits véreux à la récolte ne donne pas de renseignements sur l'importance de l'infestation du Carpocapse, ni sur les conditions des traitements à effectuer. L'Auteur propose d'évaluer l'infestation par une méthode dans laquelle on prend comme unité d'échantillon la zone périphérique inférieure d'un arbre, ou seulement le quart de cette zone (l'infestation est la même, quelle que soit l'orientation). On examine les fruits suivant certains critères, sans les cueillir, ce qui peut être fait du sol à tout moment avant la récolte. Le meilleur critère pour juger de la valeur des produits semble être la proportion de fruits attaqués. M. RAU.

GRÜBER (M.), GUNTHART (E.) et ALLENSTEIN (R.). — **Die ovicide Wirkung von Winterspritzmitteln für den Obstbau. Laboratoriumsmässige Prüfung mit Eiern der Mehlmotte** *Ephestia kühniella* **Zell.** (L'action ovicide des produits pour traitement d'hiver. Essais de laboratoire sur les œufs du Ver de la farine, *E. Kühniella*). *Mit. Schw. entom. Ges.*, 20, 317-322, 1947 ; *in Rev. appl. entom.*, 36, p. 273, 1948.

Les essais ont porté sur le dinitrocrésol et sur les huiles de pétrole ou d'anthracène additionnées ou non de dinitrocrésol. La méthode consiste en un trempage des œufs pendant 10 s dans diverses concentrations des produits. On a admis que les Œufs d'*Ephestia* sont plus résistants que ceux de Cheimatobie et de Pucerons.

Le dinitrocrésol, en milieu fortement alcalin, est peu actif, même à 2 p. cent ; les produits acides ou neutres sont efficaces. Les huiles de goudron sont beaucoup plus ovicides que les huiles de pétrole. L'addition du dinitrocrésol augmente l'activité des unes et des autres.

Les dinitrocrésols efficaces le sont davantage, si on maintient les œufs dans une atmosphère humide après le traitement. Ces composés sont plus toxiques pour les œufs prêts à éclore que pour les œufs récemment pondus. C'est le contraire pour les huiles de goudron. M. RAU.

YUN-PEI-SUN. — **Synergistic action of chlordan in dusts containing nicotine or rotenone** (Action de synergie du chlordane dans les poudres contenant de la nicotine ou de la roténone). *J. econ. entom.*, 41, 89-91, 1948.

Différents mélanges de chlordane et de nicotine alcaloïde, et de chlordane et de roténone ont été essayés sur *Epilachna varivestis* et sur *Aphis fabae*. Dans les deux cas, la présence du chlordane provoque une action de synergie au sens large du terme. En reprenant les désignations de BLISS et de FINNEY et en utilisant la méthode graphique de WADLEY, il est possible de dire que le mélange de chlordane et de nicotine possède une « joint action » supérieure à une « similar joint action » et que le mélange de chlordane et de roténone possède une « joint action » plus élevée qu'une « independent action ».
M. RAU.

BRETT (Ch.-H.) et RHOADES (W.C.). — **Grasshopper control with parathion, benzene hexachloride, chlorinated camphene and chlordan** (Lutte contre les Criquets au moyen du S.N.P., de l'H.C.H., du camphène chloré et du chlordane). *J. econ. entom.*, 41, 16-18, 1948.

On a essayé, dans l'Oklahoma, différents insecticides en poudrage contre les Criquets du genre *Melanoplus*. Les produits les plus actifs, à la dose de 10 kg par ha sont : le S.N.P. à 2 p. cent, qui donne 95 p. cent de mortalité en 8 h, et le H.C.H. à 5 p. cent d'isomère γ, qui donne les mêmes résultats en 24 h. Une température élevée augmente l'efficacité de ces poudrages. Le chlordane et le camphène chloré ont présenté moins d'intérêt.

Le chlordane et l'H.C.H., essayés sous forme de brouillard, ont donnés de moins bons résultats qu'en poudrage. Sous cette forme, l'H.C.H. a une plus forte action de contact. M. RAU.

BATTE (E.G.) et TURK (R.D.). — **Toxicity of some synthetic insecticides to dogs** (Toxicité de quelques insecticides de synthèse envers le Chien). *J. econ. entom.*, 41, 102-103, 1948.

Il s'agit d'intoxications alimentaires aiguës. L'H.C.H. à 35 p. cent d'isomère γ n'a pas d'effet nocif à la dose de 400 mg par kg. La dose mortelle n'a pu être atteinte. Le camphène chloré est toxique, mais non mortel à 20 mg par kg. Le chlordane semble être aussi peu toxique que l'H.C.H., mais ses effets sont plus irréguliers : on note les premiers symptômes d'intoxication à 200 ou à 700 mg par kg suivant les animaux. M. RAU.

WINGO (C.W.) et CHISLER (O.S.). — **Effet of D.D.T. on dairy cattle and milk** (Effet du D.D.T. sur le bétail et le lait). *J. econ. entom.*, 41, 105-106, 1948.

Des vaches qui ont absorbé dans leur alimentation de 20 à 40 g de D.D.T. par jour n'ont pas manifesté de symptômes toxiques, mais leur lait s'est montré très toxique pour des Mouches domestiques, qu'il a tuées en 24 h. M. RAU.

FURMANN (D.P.) et HOSKINS (W.M.). — **Benzene hexachloride in cream from cow's milk** (Présence de l'H.C.H. dans la crème provenant du lait de Vache). *J. econ. entom.*, 41, 106-107, 1948.

Des Vaches laitières ont reçu chaque jour 50 mg d'H.C.H. à 6 p. cent d'isomère γ par kg. Un dosage biologique utilisant les Mouches a permis de retrouver dans la crème de leur lait 5,5 mg d'isomère γ par kg. A partir de 4 mg de γ par kg de crème, le lait sent l'H.C.H. M. RAU.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE. — 5907-50. — DÉPOT LÉGAL N° 665. — 3e TRIM. 1951.
Le Gérant : FRANÇOIS DUNOD. — DÉPOT LÉGAL N° 2172. — 3e TRIMESTRE 1951.

MADEMOISELLE MARCELLE BARRAUD

(1898-1949)

Mlle Marcelle Hélène Barraud, née en 1898, était sortie avec le n° 1 de l'Ecole de Chimie de Bordeaux en 1919. Licenciée ès-sciences la même année, elle acquit le doctorat de l'Université de Bordeaux en 1928, pour sa thèse intitulée : « Contribution à l'étude des essences de térébenthine ».

Après un stage dans les laboratoires de recherches à l'Ecole de Chimie, elle est entrée en 1920 au Laboratoire de Chimie appliquée à l'Industrie des résines, qui devait devenir l'Institut du Pin. Elle y est devenue un des principaux collaborateurs du Directeur, M. le Professeur Dupont, en ce qui concerne l'administration du service et la rédaction du *Bulletin de l'Institut du Pin*. Elle était chargée en même temps du service des analyses et a réalisé d'importants travaux de recherche.

Les vicissitudes administratives de l'Institut du Pin, rattaché d'abord à la Faculté des Sciences de Bordeaux, puis à l'Institut des Recherches agronomiques, puis à la Direction de la Répression des Fraudes, n'ont pas permis à Mlle Barraud d'avoir l'avancement rapide auquel elle pouvait prétendre. Elle fut titularisée comme chef de travaux en 1937.

C'est à ce titre qu'elle fut affectée en 1941 à la direction du Laboratoire de Phytopharmacie qui venait d'être créé au Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, à la Grande-Ferrade (Pont de la Maye), près de Bordeaux. Ses qualités d'administration s'y manifestèrent rapidement et elle reçut en 1944 le grade de Directeur adjoint, transformé en celui de Maître de Recherches lors de la reconstitution de l'Institut national de la Recherche agronomique.

A la tête du Laboratoire de Phytopharmacie du Sud-Ouest, Mlle Barraud fournit un travail considérable. Après l'avoir organisé activement, malgré des conditions locales peu favorables au fonctionnement d'un laboratoire de chimie, elle aborda dès 1941 les problèmes les plus urgents de l'époque et mena à bien, en liaison étroite avec la Station de Pathologie végétale dirigée par Mlle Gaudineau, un important travail d'expérimentation sur les produits utilisés contre le Mildiou et l'Oïdium de la Vigne. Ce travail permit de faire un inventaire exact des moyens de lutte dont nous disposions pendant la période de guerre 1940-45, d'éliminer de nombreuses formules présentées à tort comme avantageuses, et d'expérimenter les premiers composés organiques de

synthèse qui ont montré une efficacité appréciable pour la protection des vignobles.

Un peu plus tard, elle profita du développement brusque des Criquets dans tout le Sud-Ouest de la France pour faire sur ces Insectes la toxicologie des principaux insecticides connus. Ces travaux contribuèrent largement à substituer aux appâts arsenicaux, de manipulation dangereuse, les insecticides à base d'hexachlorocyclohexane, pratiquement dénués de danger pour l'homme et les animaux domestiques, peu coûteux, et beaucoup plus actifs envers les Criquets.

A côté de ses travaux de recherche, Mlle Barraud organisa un Service d'analyse qui assura notamment le contrôle chimique des spécialités antiparasitaires à usage agricole, en liaison avec le Service de la Répression des Fraudes.

C'est en pleine activité physique et intellectuelle que Mlle Barraud ressentit les premières atteintes de la maladie qui devait l'emporter à la fin de 1949.

Elle a rédigé, en dehors de sa thèse, de nombreux articles scientifiques et techniques relatifs à la résine du Pin et à ses dérivés. Ses travaux de phytopharmacie ont été publiés, pour la plupart, dans les *Annales des Epiphyties*.

Mlle Barraud laisse à ses collègues le souvenir d'une collaboratrice dévouée, d'un chef de service énergique et compréhensif et d'une scientifique possédant une culture générale étendue.

M. RAUCOURT.

RECHERCHES SUR L'ACTION DU CHLORALOSE OU GLUCOCHLORAL CHEZ LES OISEAUX

PAR

J. GIBAN

Maître de Recherches, Laboratoire des Vertébrés,
Centre national de Recherches agronomiques.

SOMMAIRE

I. Introduction.
- Bref historique de l'emploi du chloralose.
- Raisons de nos essais.
- Remerciements.

II. Etude de l'action du glucochloral alpha.
- Conditions générales des essais.
- Description générale des effets du glucochloral sur le Faisan et la Perdrix.
- Effets du glucochloral sur Poule, Pigeon, Corvidés et Canard.
- Variabilité des effets du glucochloral.
- Détermination des doses actives sur la Poule.
- Détermination des doses actives sur le Faisan et la Perdrix.
- Détermination des doses actives sur le Pigeon.
- Détermination des doses actives sur le Canard.
- Détermination des doses actives sur quelques Corvidés.
- Relation entre la dose de préhensibilité et le poids vif.

III. Essais avec le chloralose C et les grains au chloralose.
- Activité comparée du glucochloral alpha et du chloralose C.
- Essais avec les grains au gluchloral.
- Action toxique d'accumulation des chloraloses.
- Espèces diverses d'oiseaux sensibles aux chloraloses.

IV. Conclusions.
- Dose d'emploi du chloralose.
- Emploi du chloralose pour la capture des oiseaux.

V. Résumé.

VI. Bibliographie consultée.

I. — INTRODUCTION

1. Bref historique de l'emploi du Chloralose.

D'une façon générale, on entend sous le nom de « Chloralose » le résultat de la combinaison d'un « ose » avec le chloral. C'est A. Hefter (20) qui le premier réalisa, en 1889, la synthèse de tels corps en réussissant la combinaison du chloral et du glucose. Mais c'est au physiologiste Charles Richet et à ses collaborateurs, notamment M. Hanriot, que revient le mérite d'avoir, les premiers, entre 1893 et 1898, étudié les propriétés physiologiques de ces corps et leurs applications en médecine (4, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 26, 27). C'est surtout le « chloralose » sensu stricto c'est-à-dire la combinaison du glucose et du chloral, qu'on appellera plus tard « glucochloral », qui retint l'attention de ces chercheurs. Ils étudièrent aussi (26) d'autres chloraloses tels que l'arabino-, le xylo-, le galacto-, et le lévulo-chloralose ; mais ces produits leur parurent d'intérêt moindre et il ne semble pas que dans la suite, ils aient donné lieu à des travaux physiologiques ou médicaux plus poussés.

Le glucochloral a pour formule brute $CCl^3C^6H^{11}O^6$. Il existe sous deux formes isomères qui se préparent simultanément lors de la synthèse du produit : le « glucochloral alpha » ou « chloralose alpha » et le « chloralose béta » plus communément appelé « parachloralose ». De 1900 à 1940, ce corps et surtout son isomère alpha ont été l'objet de nombreux travaux de physiologie, de thérapeutique médicale, de toxicologie et de pharmacodynamie. Nous ne mentionnerons dans notre bibliographie que ceux d'entre eux auquels nous nous référerons et nous signalerons néanmoins à ceux que ces aspects de la question intéressent, qu'ils trouveront dans les deux thèses de A. Hariri (19) et C. Loria (22), une importante bibliographie ainsi qu'un bon tableau de l'état actuel de nos connaissances en pareilles matières. Nous dirons simplement que le glucochloral alpha est considéré comme un bon hypnotique cortical, c'est-à-dire agissant en premier lieu lorsqu'il est donné à dose convenable, sur la région corticale du télencéphale et que l'absence presque complète d'actions secondaires en font un produit de choix pour l'analgésie ou même l'anesthésie en laboratoire d'animaux soumis à des recherches physiologiques. Le parachloralose, au contraire, n'a qu'un très faible pouvoir hypnotique mais possède à l'égard des centres nerveux bulbo-médullaires un pouvoir toxique qui se manifeste notamment par une hyperexcitabilité de ces centres ; d'où la nécessité de n'employer en laboratoire et en pharmacie que du chloralose alpha pur.

Si le chloralose alpha est, à dose convenable, un hypnotique, il devient naturellement à dose élevée un toxique dont l'ingestion peut entraîner la mort. L'idée d'utiliser soit le pouvoir hypnotique soit le pouvoir toxique de ce produit pour la destruction des animaux nuisibles

est assez ancienne puisqu'en 1902, L. Camus et J.P. Langlois (2) rendaient compte de leurs essais visant à l'emploi du chloralose pour la destruction des Rats. La dose mortelle par ingestion étant de 400 mgr. par kilo de poids vif pour le Rat (Rat blanc, sans doute), ils abandonnaient cette idée. Néanmoins, elle a été reprise ces dernières années par divers expérimentateurs dont A. Guillaume (13) et S. Tara (28) qui ont rendu public en 1944 le résultat de leurs premiers essais sur Rat gris, Mulot et Souris.

Durant la guerre, l'impossibilité de fournir à l'agriculture les quantités importantes de strychnine qu'elle utilisait chaque année pour la destruction des Corbeaux, a orienté diverses personnes vers l'utilisation possible du chloralose. Le travail de J.L. Daude en 1942 (9) fut le point de départ d'une abondante expérimentation dont les résultats ne furent malheureusement que très peu publiés. En effet, nous n'avons trouvé dans la littérature que les comptes rendus de A. Guillaume (12) et S. Tara (28). Il n'en reste pas moins que très rapidement le chloralose, sous sa forme dénommée par son fabricant « chloralose C » qui est un produit technique constitué par un mélange des deux isomères du glucochloral et de quelques impuretés, a pris très rapidement une place importante parmi les antiparasitaires à usage agricole et qu'il tend à devenir l'arme principale utilisée contre les Pies et Corbeaux nuisibles à l'agriculture.

Signalons enfin pour être complet un emploi restreint, mais intéressant, du chloralose : son utilisation pour la capture des Corvidés en vue du baguage. Nous pensons en avoir été, avec les bagueurs de la Station ornithologique de Versailles, les premiers utilisateurs dans ce but (1). Mais l'idée même de ce procédé de capture doit être sans contestation possible attribuée à A. Chappellier (5).

Raisons de nos essais.

La vulgarisation de l'emploi agricole du chloralose n'a pas été sans répercussions fâcheuses. Des accidents sur oiseaux-gibiers, Perdrix et Faisan notamment, purent être attribués à l'utilisation de ce produit lors de destructions de Corbeaux. Il apparut aussi d'une façon évidente que certains individus n'hésitaient pas à utiliser le chloralose pour le braconnage du gibier et que cet emploi délictueux était favorisé par la facilité de se procurer le produit dans le commerce.

Au mois de mars 1948, le Conseil Supérieur de la Chasse et le Service de la Chasse saisirent la Commission d'étude pour l'emploi des toxiques en Agriculture de la nécessité d'envisager une réglementation de la vente et de l'emploi du chloralose plus stricte que celle existante afin de mettre fin à ces faits regrettables. A la demande de cette commission, l'Institut National de la Recherche Agronomique prit en charge l'expérimentation corrélative indispensable. Le laboratoire des Vertébrés réalisa près de 150 essais qui portèrent sur 86 sujets appartenant à des espèces gibier ou de basse-cour. Le compte rendu

de ces essais, augmenté de l'expérimentation antérieure du laboratoire sur le chloralose est l'objet du présent travail.

Remerciements.

Mes remerciements iront tout d'abord à MM. J. Aubry, M. Gatineau et L. Saint-Leger du laboratoire des Vertébrés de l'Institut National de la Recherche Agronomique qui assurèrent l'exécution de nombre des essais que nous relaterons. C'est grâce à leur concours que nous avons pu réaliser un nombre aussi important d'expériences.

Les essais sur oiseaux-gibiers n'ont pu être effectués que grâce à l'aide du Conseil Supérieur de la Chasse qui a bien voulu mettre à notre disposition, en son Parc national d'élevage de Chambord, les Faisans et les Perdrix, ainsi que les installations qui nous étaient nécessaires. Je lui exprime ici ma reconnaissance et qu'il me soit permis d'adresser moins impersonnellement mes remerciements à deux Officiers des Eaux et Forêts qui facilitèrent grandement ma tâche : M. le Conservateur F. Vidron, Chef du Service de la Chasse, et M. J.A. Thoreau de l'Inspection de Blois.

Je n'aurai garde enfin d'oublier M. J.J. Capet qui voulut bien, à la demande de la commission des toxiques, apporter une aide financière à la réalisation de nos essais.

II. — ETUDE DE L'ACTION DU GLUCOCHLORAL ALPHA

1. Conditions générales des essais.

Nous avons utilisé pour nos essais un échantillon de glucochloral alpha qui nous fut vendu comme étant « chimiquement pur ». Nous croyons malheureusement que cet échantillon n'était pas rigoureusement pur car son point de fusion pris au tube de Thiel et au bloc Maquenne est inférieur aux chiffres donnés par les auteurs et notamment par J. Chevallier (7). Il est donc possible qu'il contenait une petite proportion de parachloralose.

C'est sous la forme de pilule que nous administrions le produit aux animaux expérimentés. Pour la confection de ces pilules, nous utilisions du talc et du sirop de sucre. Pour administrer une dose déterminée à un animal, nous avons opéré au cours de nos essais, de deux façons différentes : soit en pesant exactement la quantité désirée du glucochloral et en confectionnant avec cette quantité une pilule avec toutes les précautions nécessaires pour réduire au minimum les pertes de produit actif, soit en faisant une pâte à pilule de composition exactement connue et en pesant une quantité de pâte correspondant à la quantité de produit actif désirée. Si l'on tient compte des différentes sources d'erreur possible dans l'un et l'autre cas, il ne nous est pas apparu qu'une méthode devait être préférée à l'autre pour sa plus grande précision.

Au début de nos essais, dans 6 couples d'expériences ayant porté sur Poule (Sussex, Bresse noire et Cayenne) sur Pigeon et sur Canard, un même animal a reçu la même dose de glucochloral la première fois étant à jeun, la deuxième fois étant alimenté. Nous n'avons relevé aucune différence appréciable entre ces deux séries d'essais. Aussi dans la suite, nous n'avons pas prêté attention à l'état d'alimentation de nos sujets qui, en général, étaient mis en expérience avant d'avoir reçu leur nourriture journalière mais avaient eu la possibilité de manger les restes de la veille.

L'animal qui venait de recevoir une pilule, était lâché dans une cage de plusieurs mètres carrés de surface et l'observateur manifestait le moins possible sa présence afin de surprendre le comportement naturel de l'animal. Quelquefois, au contraire, l'observateur se montrait ouvertement, quand il voulait noter la réaction de fuite de l'animal expérimenté.

Nous nous sommes efforcés d'expérimenter sur des oiseaux de race déterminée, mais nous ne sommes pas en mesure de garantir la pureté de race de nos sujets.

Nous avons réalisé au total, avec des pilules de glucochloral, 105 essais qui ont porté sur 70 oiseaux, soit :

	Nombre de sujets	Nombre d'essais
Poules et Coqs appartenant à 9 races..	18	41
Pigeon, 1 race	6	14
Canards, 2 races	4	8
Faisans, *Phasanius colchicus* L.	18	18
Perdrix, *Perdix perdix* L.	8	8
Freux, *Corvus frugilegus* L.	9	9
Corneille noire, *Corvus corone* L.....	5	5
Choucas, *Colœus monedula* L.	2	2
	70	105

Les Poules, Pigeons et Canards étaient, bien entendu, des animaux de basse-cour. Les Faisans et Perdrix étaient des sujets élevés en parc ; restés farouches mais habitués à leurs parcs, on peut les considérer comme étant à demi-sauvages et ayant un comportement, sur bien des points, comparable aux animaux vivant en liberté. Quant aux Corvidés, ils avaient été capturés au chloralose et mis en cage ; bien qu'en bonnes conditions physiologiques, leur comportement était celui d'animaux sauvages qui ne peuvent s'habituer à la captivité.

2. Description générale des effets du glucochloral sur le Faisan et la Perdrix.

Lorsqu'on fait ingérer à un oiseau des doses faibles de glucochloral alpha (nous nous efforcerons plus loin de préciser pour chacune des espèces expérimentées ce qu'il faut entendre par doses faibles), l'action de cet hypnotique est en général suffisamment lente et progressive

pour qu'un observateur puisse en saisir les effets qui se manifestent successivement chez l'individu en expérience.

Nous allons tout d'abord nous efforcer de dresser le tableau des effets que nous avons observés sur Faisan et sur Perdrix car il nous est apparu que c'était chez ces deux espèces que les symptômes étaient les plus faciles à discerner et que, en raison de leur état demi-sauvage, certaines modifications du comportement apparaissent nettement alors qu'elles peuvent passer presque inaperçues chez les espèces domestiques ; nous songeons notamment à la réaction de fuite.

Le premier symptôme à apparaître est la cessation de toute activité. Le Faisan ou la Perdrix qui ont reçu une pilule de glucochloral s'arrêtent au bout d'un certain temps d'aller et venir dans leur parc et de chercher leur nourriture. La Perdrix ne rappelle plus et lorsqu'elle se déplace, elle n'a plus ce petit hochement de queue si caractéristique qui accompagne sa démarche lorsqu'elle est en bonne santé ou que rien ne l'inquiète.

L'oiseau, à ce stade, recherche généralement un abri ou un couvert pour se mettre au repos. Sa position de repos est la station debout ou accroupie, parfois couchée. Ce repos n'est pas le sommeil ; les yeux sont ouverts et l'attention du sujet est en éveil ; un bruit le fait tressaillir et l'approche de l'observateur provoque immédiatement sa fuite.

Ce premier stade d'intoxication sera noté par nous sous l'expression concise : *troubles très légers*.

Au stade suivant, l'oiseau est nettement au repos et sa position est souvent le décubitus ventral. Il est somnolent ; les paupières se ferment ou clignotent par instant. Le Faisan ou la Perdrix perçoivent l'observateur qui s'approche ou le bras qui se tend lentement vers eux, mais ils ne s'enfuient plus. Il faut un fort stimulus pour que la réaction de fuite se produise ; il sera nécessaire que l'approche soit accompagnée de bruit ou que la main touche l'animal. Nous avons donc bien là les manifestations de ce que C. Richet a appelé la « cécité psychique » et qu'il a analysé chez le Chien (15, 16).

L'oiseau qui se sauve est capable de marcher et de voler mais ses mouvements ne sont plus coordonnés et équilibrés ; de l'ataxie locomotrice se manifeste, d'abord à peine perceptible, puis nette, et enfin si accusée que l'animal ne peut faire plus de quelques pas sans tomber.

Bientôt, le Faisan ou la Perdrix ne cherchent plus à s'envoler lorsqu'on provoque leur fuite ; ils cherchent seulement à s'enfuir sur leurs pattes mais l'ataxie locomotrice est alors si accusée, en général, que leur progression n'est qu'une suite de chutes et de culbutes.

Nous désignerons ce deuxième stade d'intoxication par le terme d'*hypnose légère* car à la suite des auteurs, il nous semble possible d'imputer tous ces troubles à l'action du glucochloral sur le cortex du télencéphale, c'est-à-dire à son action hypnotique.

L'action du glucochloral sur l'organisme se poursuivant, l'oiseau est pris de sommeil. Ce sommeil s'établit progressivement et il est plus ou moins profond suivant les cas et les individus. On observe, alors,

des troubles de l'équilibration du corps. La première anisosthénie à se manifester est celle des muscles antagonistes équilibrateurs de la tête et du cou. Il en résulte que la tête tombe en avant du corps le plus souvent sur l'un ou l'autre côté, ou même, comme nous l'avons observé quelquefois, la tête bascule sur le dos et se trouve donc renversée.

Presque en même temps, on note que les muscles équilibrateurs du corps sont eux aussi atteints d'anisosthénie. L'oiseau qui avait gardé la position debout ou accroupie tombe sur le sol ; c'est souvent le poids de la partie postérieure du corps qui entraîne la chute. Le corps de l'oiseau couché est généralement déversé sur un côté ou bien même l'animal est en décubitus latéral complet. Nous avons observé quelques rares fois, des Faisans couchés sur le dos et les pattes en l'air.

A ce stade d'intoxication, nous avons toujours observé chez le Faisan des troubles neuro-musculaires tels que ceux que C. Richet et M. Hanriot ont décrit dans leurs travaux et attribué à une hyperexcitabilité des centres nerveux médullaires sous l'action du glucochloral. Ces troubles sont de légers tremblements qui agitent les pattes, parfois les ailes et le restant du corps. Cette trémulation est irrégulière. Elle peut évoluer en contractions convulsives violentes des pattes et des ailes se manifestant par crises ; ces contractions peuvent provoquer le déplacement du corps de l'animal qui, en fin de crise, se trouvera à plusieurs décimètres de sa position initiale. Chez le Faisan, ces crises atteignent parfois une extrême violence que nous n'avons observée chez aucune des autres espèces expérimentées : les pattes se contractent et se détendent violemment en des sortes de ruades si puissantes que l'oiseau peut se retrouver dressé sur ses pattes en position debout ; il ne tarde pas alors à s'écrouler ce qui déclenche le plus souvent une autre crise analogue ou, tout au moins, une série de secousses convulsives de tous les muscles du corps.

Dans la suite de notre texte, nous mentionnerons ce troisième stade d'intoxication sous le terme de *sommeil hypnotique*.

Si la dose de glucochloral ingérée est suffisamment forte, l'intoxication de l'animal continue d'évoluer. Nous avons observé les phénomènes corrélatifs chez Poule, Canard et Corvidés, n'ayant pas dans nos essais administré de doses suffisamment élevées aux Faisan, Perdrix et Pigeon pour qu'ils se manifestent. Il nous paraît cependant hors de doute que chez toutes les espèces, les choses doivent se passer de la même façon.

L'oiseau est pris d'un sommeil très profond d'où ne le tirent plus les excitations extérieures. Parfois, un très fort bruit le fait sursauter et ouvrir un instant les paupières mais habituellement, il peut être touché, saisi et déplacé sans que cela amène de sa part une réaction apparente. Nous désignerons ce quatrième stade d'intoxication sous le terme de *narcose*.

Enfin si la dose ingérée est encore plus forte, l'intoxication des centres nerveux se manifeste progressivement. L'oiseau est dans le coma. La respiration se ralentit très sensiblement et elle devient sac-

cadée, irrégulière et périodique comme l'ont décrit, chez le Chien, V. Pachon et C. Richet (23), L. Garrelon et D. Santenoise (10) et chez le Lapin Van Laer (29). La température du corps baisse et finalement la mort survient.

Pour terminer le tableau de ces observations, nous dirons que les animaux qui n'ont pas été intoxiqués mortellement recouvrent plus ou moins rapidement leur état normal, en passant par des stades exactement comparables à ceux que nous venons de décrire mais bien entendu se succédant dans un ordre inverse. Il y a lieu de noter toutefois que la phase de désintoxication est beaucoup plus lente que la phase d'intoxication et que, quelquefois, l'évolution est moins régulière du fait de retours momentanés à un état d'intoxication plus grave.

3. Effets du glucochloral sur Poule, Pigeon, Corvidés et Canard.

Le tableau des effets du glucochloral alpha sur Faisan et Perdrix concorde bien avec ceux qu'ont donné les auteurs pour l'Homme, le Chien et divers animaux ; dans son ensemble, nous pensons qu'il peut s'appliquer aux autres espèces d'oiseaux sur lesquelles nous avons expérimenté. Néanmoins, il y a entre elles des différences suffisamment nettes pour qu'elles méritent d'être signalées. Ces différences ne sont que secondaires à notre avis car elles ne semblent résulter que de l'importance relative que peuvent prendre chez une espèce ou l'autre la manifestation de certains symptômes.

Chez la Poule, le premier stade d'intoxication passe presque inaperçu. Le deuxième est net mais ne se manifeste guère à l'observateur que par une ataxie locomotrice plus ou moins accentuée. Au troisième stade l'anisosthénie du cou et de la tête est en général discrète ; presque d'emblée se manifeste l'anisosthénie des muscles équilibrateurs du corps ; le sujet est presque toujours couché sur le flanc. La distinction entre le troisième et le quatrième stade est souvent difficile à faire ; certaines Poules nous ont paru passer par des alternances successives d'aggravation et d'amélioration de leur état ; ces deux stades pourraient très bien être réunis en un seul qu'on dénommerait par exemple : état hypnotique. La période d'hyperexcitabilité accompagnée de crises convulsives n'a pas été observée chez tous les sujets expérimentés mais par contre, on a noté dans quelques cas des phénomènes de paralysie des pattes.

Le Pigeon et les Corvidés (Freux, Corneille noire et Choucas) présentent un tableau de symptômes très comparable. Au premier stade, ces oiseaux cherchent souvent non un abri mais un perchoir ; néanmoins même chez les bêtes sauvages expérimentées en nature cette réaction n'est pas générale et beaucoup cherchent à proximité du lieu d'empoisonnement un abri ou un couvert sans chercher à s'envoler. Assez souvent le Pigeon ou les Corbeaux qui se sont envolés, sont dans l'impossibilité de se tenir en équilibre sur leur perchoir ou même plus simplement de s'y poser ; il y a là manifestation de ce qu'on pourrait appe-

ler une « ataxie statique » par analogie avec l'ataxie locomotrice. On observe assez souvent chez ces oiseaux, un trouble de l'équilibration qui font qu'un certain nombre de sujets sont observés couchés sur le dos, yeux ouverts, dans un état qui serait intermédiaire entre le deuxième et le troisième stade d'intoxication des Faisans.

Enfin, chez le Canard, le tableau des symptômes décelables au seul comportement du sujet atteint se simplifie beaucoup. Première et deuxième phases sont pratiquement confondues, quant aux suivantes elles ne sont plus que les degrés d'un sommeil qui de léger, devient profond puis comateux. Les troubles sthéniques sont très atténués ; les troubles d'hyperexcitabilité sont sinon exceptionnels du moins très discrets.

4. Variabilité des effets du glucochloral.

Le tableau des effets du glucochloral que nous avons présenté au paragraphe précédent, ne doit être considéré que comme un schéma que nous avons voulu être aussi général que possible. Mais il est bien certain que l'action de cet hypnotique est susceptible de varier d'assez notable façon.

Aussi tenons-nous à rapporter ici quelques exemples de la variabilité des effets du glucochloral pour montrer qu'elle ne nous a pas échappé et pour en préciser un peu l'étendue.

Nous avons déjà signalé (voir paragraphe 3, p. 344) combien il était parfois difficile à l'observateur de discerner chez certaines Poules ou Pigeon, le stade d'intoxication auquel ils se trouvent. Il y a parfois une véritable confusion des stades d'intoxication que nous avons distingués.

Parfois aussi, nous assistons à la disparition complète des manifestations caractéristiques des premiers stades. Nous en donnerons deux exemples que nous choisissons volontairement parmi les essais réalisés sur Faisan, puisque nous avons principalement pris cette espèce pour établir notre schéma :

Essai n° 104, Faisan femelle n° 36.

A 2 h 15 min après l'ingestion de la pilule, nous notons pour la première fois des troubles très légers (1er stade).

De 2 h 30 min à 6 h 45 min, le Faisan se déplace, se couche, va et vient et manifeste dans son activité un peu d'ataxie locomotrice et une légère somnolence, soit une intoxication correspondant à une action hypnotique très atténuée du produit.

A 6 h 45 min, une crise violente avec convulsions et ruades se déclenche et l'animal tombe en quelques minutes dans un sommeil profond et paisible qui correspond au quatrième stade de notre schéma.

Les deuxième et troisième stades ne se sont donc pratiquement pas manifestés.

Essai n° 100, Faisan mâle n° 33.

Durant 7 h 5 min, le Faisan ne manifeste aucun symptôme; il se comporte dans son parc exactement comme s'il n'avait pas reçu de glucochloral.

A 7 h 5 min, il tombe brusquement sur le sol; commence alors une période qui durera une heure et demie au cours de laquelle il sera pris de convulsions presque continuelles d'une extrême violence; à la fin de cette période, il tombe en quelques instants dans un sommeil profond qui se rapproche de notre quatrième stade d'intoxication.

Nous sommes donc avec ce sujet très loin de notre schéma général.

Nous parlerons plus loin (voir le paragraphe 10, p. 355) de la « préhensibilité » des animaux ayant reçu du glucochloral, c'est-à-dire de la possibilité pour quelqu'un de se saisir à la main d'un oiseau sous l'effet de l'hypnotique. Cette préhensibilité commence à partir du deuxième stade de notre schéma. Nous appellerons « attente » la durée de temps qui sépare l'ingestion du début de la préhensibilité et « durée de la préhensibilité » la longueur de la période durant laquelle l'animal reste préhensible. Si nous choisissons dans nos expériences des séries d'essais comparables quant au degré d'intoxication, doses ingérées et poids des animaux, nous constatons que l'attente et la durée de préhensibilité sont variables dans une assez large mesure comme le prouvent les exemples que nous résumons dans le tableau I (1).

Enfin dans les paragraphes suivants, nous aurons à souligner à propos de chaque espèce les différences que l'on observe entre individus ayant reçu la même dose de glucochloral. Mais ceci est déjà un peu différent à notre avis puisqu'il s'agit plutôt d'une variabilité du degré d'intoxication plutôt que d'une variabilité des symptômes d'intoxication.

TABLEAU I

Variabilité de l'action du glucochloral alpha.

Espèce	Numéros des essais	Milligrammes de glucochloral ingérés par kg de poids vif	Degré d'intoxication	Attente	Durée de la préhensibilité
Faisandeaux....	90 - 91 - 92	69 à 80	Sommeil hypnotique	50 à 90 min	1 h 30 min à 3 h
Faisans	97 - 100 - 103 104 - 105 - 106	70 à 80	Sommeil hypnotique	1 h à 7 h	1 h 30 min à 9 h
Poules	41 - 44 - 45 50	65 à 70	Sommeil hypnotique	1 h à 3 h	Jusqu'à 18 h
Canards.....	46 - 79 - 83	25 à 28	Hypnose légère	1 h à 4 h	1 h à 4 h

(1) On trouvera dans les tableaux II, IV et VIII des précisions sur les conditions de ces essais.

5. Détermination des doses de glucochloral actives sur la poule.

Dans le tableau II, nous avons résumé les résultats des 38 essais effectués sur 17 Poules et Coqs appartenant aux différentes races indiquées. La quantité de glucochloral administrée y est portée en milligrammes par individu et également en milligrammes par kilo de poids vif comme il est d'usage courant en toxicologie. L'effet de l'intoxication est succinctement mentionné par les termes conventionnels que nous avons définis au paragraphe 2, p. 341.

TABLEAU II

Sensibilite de la Poule au glucochloral alpha.

N° de l'essai	Race	Sujet			Quantité de glucochloral ingérée		Effet
		N°	Sexe	Poids vif en kg	en mg	en mg par kg	
5	Sussex	2	F	2,460	75	30,5	Nul
34	Naine	13	F	0,565	17,5	30,9	Hypnose légère
38	Cayenne	14	F	0,517	21	40,6	Hypnose légère
36	Naine	13	F	0,580	24	41,4	Nul
17	Gâtinoise	5	F	0,569	23,5	41,3	Hypnose légère
37	Cayenne	14	F	0,485	24,5	50,3	Sommeil hypnotique
39	Cayenne	14	F	0,545	21	51,9	Narcose
49	Wyandotte ...	18	F	2,130	127,8	60,0	Hypnose légère
48	Wyandotte ...	17	F	2,155	130	60,3	Presque nul
47	Leghorn	15	F	1,780	110	61,7	Presque nul
45	Sussex	4	F	2,300	149,5	65,0	Sommeil hypnotique
50	Leghorn	15	F	2,010	130	65,0	Sommeil hypnotique
44	Wyandotte ...	17	F	1,910	124	65,0	Sommeil hypnotique
28	Nègre-Soie	9	F	0,760	52,5	68,8	Nul
41	Sussex	3	F	1,660	116	70,0	Sommeil hypnotique
42	Wyandotte ...	18	F	2,020	141,2	70,0	Hymnose légère
1	Sussex	1	F	2,610	196	75,0	Sommeil hypnotique
10	Sussex	2	F	2,870	216	75,2	Troubles très légers
18	Bresse blanche.	6	F	1,355	102	75,2	Nul
25	Bresse noire ..	8	M	2,132	160	75,2	Sommeil hypnotique
26	Gâtinoise	5	F	1,280	97	75,7	Nul
33	Nègre-Soie	12	M	1,300	100	76,0	Hypnose légère
29	Nègre-Soie	9	F	0,644	50	77,6	Narcose
32	Nègre-Soie	11	F	1,150	90	78,8	Mort en 24 h
31	Nègre-Soie	10	F	0,541	45	82,5	Sommeil hypnotique
19	Bresse noire ..	7	F	1,360	119	87,5	Sommeil hypnotique
24	Bresse noire ..	8	M	2,220	200	90,0	Narcose
20	Bresse noire ..	7	F	1,460	132	90,5	Narcose
6	Sussex	2	F	2,510	251	100,0	Hypnose légère
23	Bresse noire ..	8	M	2,205	220	100,0	Narcose
30	Nègre-Soie	10	F	0,555	55,5	100,0	Sommeil hypnotique
7	Sussex	2	F	2,495	305	122,0	Narcose
2	Sussex	1	F	2,615	406	150,2	Narcose
22	Bresse noire ..	7	F	2,112	320	151,5	Narcose
56	Leghorn	15	F	2,008	400	199,2	Narcose
16	Sussex	4	F	2,225	557	250,2	Mort en 1 h
52	Wyandotte ...	17	F	2,226	557	250,6	Narcose
53	Wyandotte ...	18	F	1,982	595	300,2	Mort en 5 h

La considération de ce tableau est au premier abord assez déconcertante car on n'y trouve point une gradation des effets toxiques qui soit au moins approximativement parallèle à celle des doses ingérées. L'établissement d'un tableau analogue où la gradation de base serait non plus la dose ingérée rapportée au kilo de poids vif mais la quantité

de glucochloral ingérée par individu, donne encore moins satisfaction comme nous l'avons vérifié.

Si l'on considère les expériences qui ont été faites sur un même animal avec des doses croissantes de glucochloral, on constate qu'à une dose plus élevée correspond, en règle générale, une intoxication plus grave. On peut pour cela se reporter notamment aux essais nos 5, 10 et 6 effectués sur la Poule Sussex n° 2, aux essais nos 19, 20 et 22 sur la Poule Bresse noire n° 7 et aux essais nos 38, 39 et 37 sur la Poule noire de Cayenne n° 14. Les anomalies du Tableau II ne peuvent donc pas s'expliquer par une grande variabilité du glucochloral dans l'acuité de ses effets.

Le poids des individus expérimentés variant de 0,485 à 2,87 kg, on peut se demander si comme cela est bien connu pour un certain nombre de poisons, les doses toxiques rapportées au kilo de poids vif ne sont qu'une première approximation qui en réalité n'est pas indépendante du poids vif. Nous étudierons ce point en particulier dans un paragraphe prochain (10, p. 355) mais disons néanmoins tout de suite que dans nos essais la variation des doses toxiques en fonction du poids vif ne peut expliquer que très partiellement les données du Tableau II.

Par contre les chiffres trouvés permettent de déceler une influence certaine de la race. En effet, nous voyons que la plus basse dose ayant provoqué la narcose est de :

51,3	mmg par kg pour la	Cayenne
77,6	—	Nègre-Soie
90,0	—	Bresse noire
122,0	—	Sussex
199,2	—	Leghorn
250,0	—	Wyandotte

et la dose léthale minima observée est de :

78,8	mmg par kg pour le	Nègre-Soie
250,2	—	Sussex
300,2	—	Wyandotte

La sensibilité des races au glucochloral diminue donc avec la taille.

Si nous considérons maintenant les individus d'une même race ayant subi une intoxication comparable, nous constatons que les doses correspondantes varient dans une large mesure. C'est ainsi que pour les *Sussex* ayant atteint le troisième stade d'intoxication que nous appelons le sommeil hypnotique, la dose de glucochloral ingérée est de :

65	mmg par kg pour la	Sussex	n° 4
70	—	—	n° 3
75	—	—	n° 1
entre 100 et 122	—	—	n° 2

Pour les quatre sujets *Nègre-Soie* en expérience, le tableau des intoxications se résume ainsi :

Sujet	Dose	Effet
N° 12	76 mg/kg	Hypnose légère
N° 9	77,6 —	Narcose
N° 11	78 —	Mort
N° 10	82 —	Sommeil hypnotique
N° 10	100 —	Sommeil hypnotique

Les variations individuelles sont donc considérables et on voit qu'elles sont du même ordre de grandeur que les différences que nous avons constatées entre deux races de tailles voisines.

Dans ces conditions, il nous est difficile de préciser ce qu'il faut entendre pour les Poules par doses faibles et fortes de glucochloral. On peut néanmoins en donner une idée approximative.

Si nous groupons les résultats des Poules naines auxquelles nous joignons la jeune Poule Gâtinaise (essai n° 17) de même poids (400 à 600 g) ceux des poules de taille moyenne : Leghorn, Bresse blanche, Bresse noire, Nègre-Soie, pesant de 1 à 2 kg et ceux des poules de grande taille (Sussex et Wyandotte) pesant de 2,100 à 2,900 kg, nous aboutissons finalement au Tableau III qui résume tous les résultats de façon simple tout en tenant compte des principaux facteurs de variation que nous avons signalés.

TABLEAU III

Doses de glucochloral actives sur la Poule (exprimées en mmg par kg de poids vif).

	Degré d'intoxication		
	Troubles (Stade I)	Hypnose (Stades II et III)	Narcose (Stades IV et V)
Poules naines		31 à 50	51
Poules de taille moyenne	61 à 75	76 à 87	90 à 99
Poules de grande taille	60	65 à 100	122 à 300

Si l'on consulte les auteurs qui les premiers étudièrent l'action du glucochloral sur les oiseaux, on constate qu'ils ne semblent pas avoir prêté une grande importance à l'espèce. Dans leurs publications par suite, ils groupent leurs résultats en précisant rarement s'il s'agit de Poule, de Pigeon ou de Canard. De toutes leurs données sur les doses actives à l'égard de la Poule nous ne pouvons retenir que celles mentionnées par M. HANRIOT et C. RICHET (16) qui se résument ainsi :

	Dose ingérée	Effet
Coq	50 mg/kg	Survie
	50 —	Survie
	50 —	Survie
	66 —	Mort
Poule	71 —	Survie
	71 —	Mort
	80 —	Survie
	115 —	Survie

Ces chiffres, en l'absence de toute indication sur la race et le poids des sujets, peuvent donc être considérés comme concordant avec les nôtres.

6. Détermination des doses de glucochloral actives sur le Faisan et la Perdrix.

Nous avons réalisé avec le glucochloral alpha 18 essais sur Faisan et Faisandeaux et 8 sur Perdrix. Les résultats de ces essais sont résumés dans le Tableau IV, avec les mêmes conventions que celles utilisées dans le Tableau analogue II relatif à la Poule.

Les Faisans étaient des Faisans versicolores (*Phasianus Colchicus versicolor*) à l'exception de deux Faisans obscurs (*P.c. obscurus*), les numéros 32 et 28, qui n'ont pas montré de différence de réaction avec les précédents. Les Faisandeaux étaient âgés de 3 mois environ et les Faisans de 15 à 18 mois. Les uns et les autres provenaient de 3 élevages distincts.

Les Perdrix étaient âgées de 5 mois environ. C'étaient de jeunes individus mais qui avaient toute leur livrée d'adulte.

Le nombre de mâles et de femelles de ces deux espèces d'oiseaux étant à peu près égaux dans nos essais, il nous est apparu possible de voir si le sexe a une influence sur la sensibilité des individus au glucochloral.

TABLEAU IV

Sensibilité du Faisan et de la Perdrix au glucochloral.

N° de l'essai	Espèce	Sujet			Quantité de glucochloral ingérée		Effet
		N°	Sexe	Poids vif en kgs	en mg	en mg par kg	
147	Faisandeaux	19	M	0,475	20	42	Hypnose légère
93		20	F	0,325	20	61	Sommeil hypnotique
94		21	F	0,575	40	69	Sommeil hypnotique
91		22	M	0,550	40	72	Sommeil hypnotique
92		23	F	0,550	40	72	Sommeil hypnotique
90		24	M	0,500	40	80	Sommeil hypnotique
95	Faisans adultes.	25	M	1,150	60	52	Sommeil hypnotique
98		26	M	1,300	80	61	Sommeil hypnotique
102		27	F	1,100	70	63	Sommeil hypnotique
106		28	F	0,875	60	68	Sommeil hypnotique
96		29	M	1,150	80	69	Nul
99		30	M	1,200	84	70	Nul
103		31	F	1,100	80	72	Sommeil hypnotique
105		32	M	1,175	90	76	Sommeil hypnotique
100		33	M	1,300	100	76	Sommeil hypnotique
101		34	F	0,775	60	77	Nul
97		35	M	1,125	90	80	Sommeil hypnotique
104		36	F	0,925	74	80	Sommeil hypnotique
109	Perdrix adultes.	45	M	0,338	10	29,5	Troubles très légers
110		46	F	0,303	10	33,0	Hypnose légère
107		47	F	0,290	10	34,4	Troubles très légers
108		48	F	0,274	10	36,4	Hypnose légère
112		49	M	0,307	12,5	41,1	Nul
111		50	F	0,304	12,5	41,1	Troubles légers
114		51	F	0,355	15	42,2	Hypnose légère
113		52	M	0,331	15	45,3	Troubles légers

Pour la Perdrix, il ressort du Tableau V que les mâles se sont montrés un peu plus résistants que les femelles bien que les conditions

dans lesquelles nous ayions dû opérer ne nous donnent qu'une précision de ± 3 mgr pour les doses ingérées, rapportées au kilogramme de poids vif.

Dans les expériences sur Faisan, nous estimons que cette précision n'est que de ± 6 mgr étant donné les conditions encore moins bonnes dans lesquelles nous dûmes travailler. Nous avons résumé dans le Tableau V, les essais qui nous paraissent comparables et qui ont porté d'une part sur mâle, d'autre part sur femelle. Pour une meilleure comparaison des résultats, nous avons indiqué la valeur de « l'attente » et celle de la « durée de préhensibilité » (Voir paragraphe 4, p. 345).

TABLEAU V

Influence du sexe sur la sensibilité au glucochloral chez le Faisan.

N° du sujet	Sexe	Dose	Effet	Attente	Durée de préhensibilité
22	Mâle.....	72 mg/kg	Sommeil hypnotique	1 h 30 min	1 h 30 min
23	Femelle ...	72 —		1 h	2 h 30 min
26	Mâle.....	61 mg/kg	Sommeil hypnotique	1 h 45 min	1 h 30 min
27	Femelle ...	63 —		2 h 30 min	4 h
28	Femelle ...	68 mg/kg	Sommeil hypnotique	35 min	4 h
29	Mâle.....	69 —	Nul		
30	Mâle.....	70 —			
32	Mâle.....	76 mg/kg	Sommeil hypnotique	7 h	Plus de 2 h
34	Femelle ...	77 —	Nul		
35	Mâle.....	80 mg/kg	Sommeil hypnotique	3 h 15 min	3 h 30 min
36	Femelle ...	80 —		4 h	9 h

Il ressort de ce tableau que les mâles de Faisan manifestent dans l'ensemble une résistance un peu plus marquée que les femelles aux doses faibles de glucochloral, c'est-à-dire ne provoquant pas une intoxication supérieure à notre troisième stade d'intoxication (sommeil hypnotique). Cette plus grande résistance se traduit principalement par une plus courte durée de la période durant laquelle le sujet reste sous l'effet du glucochloral. Toutefois, il convient de remarquer que les différences individuelles peuvent parfois être du même ordre de grandeur que les différences dues au sexe comme le prouve notamment la femelle n° 34 (essai n° 101).

Si maintenant, nous comparons les données du Tableau IV relatif à la sensibilité du Faisan et de la Perdrix à celles du Tableau III (p. 00) relatif à la sensibilité de la Poule, il nous semble possible de dire que :

1° Les Faisandeaux sont moins sensibles au glucochloral que les Poules naines de poids comparable puisque des doses de 60 à 80 mgr par kilo de poids vif causent chez le Faisandeau des troubles de même ordre que ceux provoqués par des doses de 30 à 50 mgr chez les Poules naines.

2° Les Faisans adultes montrent eux aussi une sensibilité au Glucochloral moindre que les Poules de même poids (race Nègre-Soie) ; ils sont comparables à ce point de vue aux Poules de race Leghorn et Bresse.

3° Les Perdrix dont le poids vif est approximativement les 3/5 de celui des Poules naines ont une sensibilité au plus égale à celle de ces dernières.

7. Détermination des doses actives sur le Pigeon.

TABLEAU VI
Sensibilité du Pigeon au glucochloral.

N° de l'essai	Race	Sujet			Quantité de glucochloral ingérée		Effet
		N°	Sexe	Poids vif en kg	en mg	en mg par kg	
57	Pigeon Carneau.	55	F	0,337	17	51,8	Hypnose légère
60		56	M	0,364	22	60,4	Hypnose très légère
58		55	F	0,363	25	68,8	Hypnose très légère
61		56	M	0,370	26	70,3	Hypnose très légère
69		60	M	0,394	28	70,9	Sommeil hypnotique
64		57	M	0,445	32	71,9	Hypnose légère
74		60	M	0,397	30	75,5	Sommeil hypnotique
63		57	M	0,456	35	75,6	Sommeil hypnotique
73		60	M	0,410	31	75,6	Sommeil hypnotique
68		59	M	0,405	31	76,6	Sommeil hypnotique
67		58	M	0,364	28	76,8	Mort en 2 h 30
71		59	M	0,440	38	86,3	Hypnose légère

Le Tableau VI résume avec les conventions adoptées les résultats de nos essais sur Pigeon. Ce tableau comme les précédents relatifs à la Poule, au Faisan et à la Perdrix, révèle lui aussi l'importance des variations individuelles bien que tous nos pigeons expérimentés appartiennent à une même race dite Pigeon Carneau. En effet à la dose de 76,8 mgr de Glucochloral par kilo de poids vif (essai n° 67), le Pigeon n° 58 meurt en deux heures trente minutes alors que les Pigeons n°s 57, 59 et 60 qui ont reçu des doses pratiquement égales n'ont eu qu'une atteinte hypnotique sans gravité et que le Pigeon n° 59 a supporté de la même façon la dose nettement supérieure de 86,3 mgr par kilo.

Comme nous l'avons déjà dit, en raison du doute qui règne sur l'identité spécifique des oiseaux expérimentés, il ne nous est pas possible de retenir nombre des chiffres donnés par C. RICHET et ses collaborateurs. Néanmoins A. GOLDENBERG (11) rapporte certains chiffres qui se rapportent certainement au Pigeon. Ce sont les suivants :

Dose ingérée en mg par kg	Effet
23	Survie
33	Survie
50	Survie
50	Survie
50	Survie
66	Mort
71	Survie
71	Mort

Il semble donc que ces auteurs aient trouvé pour le Pigeon une sensibilité au glucochloral un peu plus grande que nous ; néanmoins nos chiffres sont du même ordre de grandeur que les leurs et nous dirons que les doses faibles de glucochloral, c'est-à-dire les doses qui ne provoquent que des accidents hypnotiques (stades 2 et 3 de notre schéma), sont pour le Pigeon de 70 à 76 mgr par kg de poids vif. Le Pigeon est donc un peu moins sensible au glucochloral que les Poules de taille moyenne (Nègre-Soie, Leghorn et Bresse).

8. Détermination des doses actives sur le Canard.

Les Canards expérimentés appartenaient aux races Pékin et Kaki Campbell. Les résultats de nos essais sont résumés dans le Tableau VII.

TABLEAU VII

Sensibilité du Canard au glucochloral.

N° de l'essai	Espèce et race	Sujet			Quantité de glucochloral ingérée		Effet
		N°	Sexe	Poids vif en kg	en mg	en mg par kg	
43	Canard kaki...	63	F	1,441	28,8	20	Troubles très légers
46	Canard kaki...	64	F	1,650	47,2	25	Hypnose légère
83	Canard Pékin .	62	M	2,410	61,0	25,3	Hypnose légère
79		61	F	1,970	55,0	27,9	Hypnose légère
84		62	M	2,204	68,0	30,8	Sommeil hypnotique
82		62	M	2,200	70,0	31,8	Hypnose légère
80		61	F	1,934	59,0	32,7	Sommeil hypnotique
78		61	F	1,910	96,0	50	Hypnose légère

TABLEAU VIII

Sensibilité du Canard au glucochloral.
(d'après C. RICHET, M. HANRIOT et A. GOLDENBERG).

Dose administrée en mg par kg	Mode d'administration	Effet
11	I.P.	Quelques effets douteux
14	I.P.	Effets hypnotiques nets
19	I.P.	Effets hypnotiques nets
23	*per os*	Effet faible
30	I.P.	Sommeil profond. Survie
33	*per os*	Survie
53	*per os*	Mort
62	*per os*	Mort
64	*per os*	Mort
90	*per os*	Mort
90	I.P.	Sommeil profond. Mort
146	*per os*	Mort
190	*per os*	Mort
215	*per os*	Mort

M. HANRIOT et C. RICHET puis A. GOLDENBERG ayant précisé dans certaines de leurs publications (11, 16) les expériences faites sur Canard, il nous a été possible de résumer dans le Tableau VIII l'ensemble de leurs résultats. Aux résultats obtenus par ingestion

(*per os*) nous avons joint ceux obtenus par injection intrapéritonéale (I.P.), ces auteurs considérant qu'il n'y a point de différence marquée entre l'un ou l'autre mode d'administration pour les Canards et même pour les autres oiseaux (11, 16, 26).

Si nous comparons les deux Tableaux VII et VIII, nous voyons que nos résultats concordent avec ceux des auteurs dans l'ensemble. Toutefois, la dose de 50 mgr qui, d'après M. Hanriot et C. Richet peut être considérée comme mortelle, n'a provoqué que des troubles assez légers dans le seul essai que nous ayons effectué à cette dose. De part et d'autre, le nombre d'essais effectués aux environs de cette dose est beaucoup trop restreint pour qu'on puisse en discuter.

En tenant compte de l'ensemble de ces résultats, les doses actives sur le Canard peuvent se résumer comme suit, en adoptant pour la dénomination des effets les mêmes définitions que celles déjà données notamment pour les Poules (voir 5, p. 349).

Doses	Effets
20 mg par kg.....	Troubles
25 à 50 —	Hypnose
50 à 60 —	Narcose

Si nous comparons ces chiffres à ceux que nous avons rapportés précédemment, notamment à ceux relatifs à la Poule (voir Tableau III), on voit que le Canard peut être considéré comme 2 à 3 fois plus sensible que les Poules de même poids (Poules de grande taille de race Sussex et Wyandotte) et comme de sensibilité à peu près équivalente à celle des Poules naines.

Tableau IX

Sensibilité de quelques Corvidés au glucochloral.

N° de l'essai	Espèce	Sujet N°	Sujet Poids vif	Quantité de glucochloral ingérée en mg	Quantité de glucochloral ingérée en mg par kg	Effet
125	Freux	65	0,394	3,88	9,8	Hypnose très légère
126		66	0,421	4,15	9,8	Hypnose très légère
127		67	0,389	3,84	9,8	Hypnose très légère
121		68	0,369	4,38	11,8	Hypnose légère
122		69	0,484	5,79	11,9	Hypnose légère
120		70	0,411	4,99	12,1	Hypnose légère
117		71	0,421	6,30	14,9	Sommeil hypnotique léger
115		72	0,416	6,24	15,0	Sommeil hypnotique léger
116		73	0,432	6,48	15,0	Sommeil hypnotique léger
128	Corneille noire..	78	0,514	5,07	9,8	Hypnose très légère
129		79	0,452	4,46	9,8	Hypnose très légère
130		80	0,417	4,11	9,8	Hypnose très légère
119		81	0,433	4,99	11,5	Hypnose légère
118		82	0,391	4,95	12,6	Hypnose légère
124	Choucas	83	0,199	1,96	9,8	Hypnose très légère
123		84	0,226	2,60	11,5	Hypnose légère

9. Détermination des doses actives sur quelques Corvidés.

Ne disposant que d'un nombre restreint d'oiseaux, nous nous sommes limités à la détermination de la dose minima de glucochloral qui assure la possibilité de capture. Nous avons résumé nos résultats dans le Tableau IX.

D'après ce tableau, nous voyons que le Freux (*Corvus frugilegus* L.), la Corneille noire (*Corvus corone* L.) et le Choucas (*Coleus monedula* L.) peuvent être considérés comme ayant la même sensibilité à l'égard du glucochloral.

Cette sensibilité est d'ailleurs très notablement inférieure à celle des autres espèces sur lesquelles nous avons expérimenté (Poule, Faisan, Perdrix, Pigeon et Canard). Si parmi ces espèces nous prenons celles qui sont de poids voisin et que nous comparions les doses minima qui assurent la préhensibilité, c'est-à-dire provoquent une intoxication correspondant au 2e stade de notre schéma général, nous voyons que ces doses sont les suivantes d'après nos essais :

35 à 45 mg	par kg pour	la Perdrix
50 à 70	—	le Pigeon
10 à 15	—	les Corvidés

On peut donc dire que les Corvidés expérimentés sont approximativement 3 fois plus sensibles que les Perdrix et 5 fois plus que les Pigeons.

10. Relation entre la dose de préhensibilité et le poids vif.

Travaillant sur Chien, par injection intraveineuse, J.L. Parrot (24) a démontré que la dose anesthésique était proportionnelle à la puissance 2/3 du poids de l'animal. La relation qu'il établit entre la dose Q de glucochloral injecté et le poids vif P est :

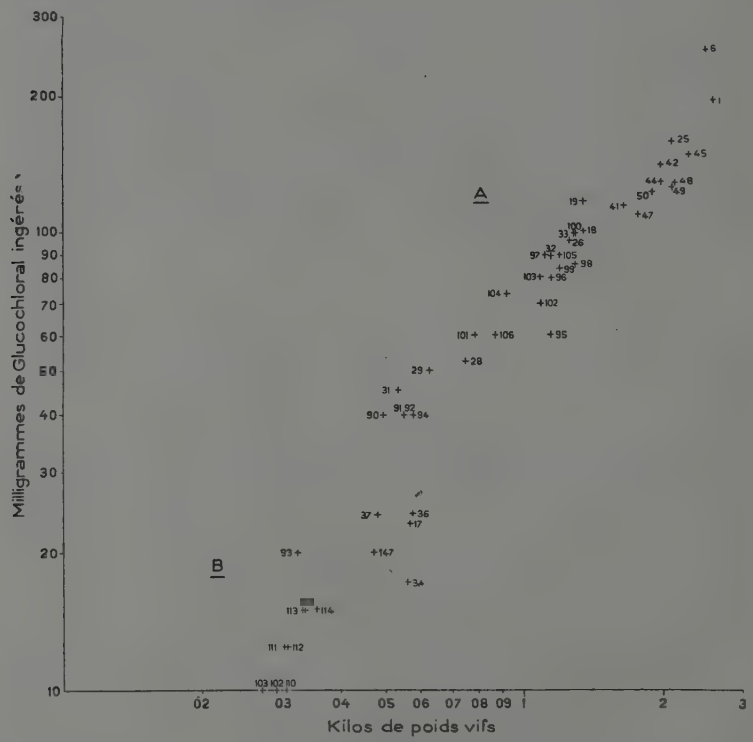
$$Q = 0{,}282\ P^{2/3}$$

Les variations individuelles amènent entre la dose trouvée expérimentalement et la dose théorique un écart qui, dans ces essais, a au plus atteint 10 p. cent de la dose théorique. C'est donc avec une bonne précision que cette formule a pu être établie.

La dose anesthésique étudiée est, d'après les termes employés par l'auteur lui-même, celle qui injectée progressivement fait disparaître tout mouvement spontané et permet l'intervention sans réaction. Elle correspond donc à celle qui provoquerait ce que nous avons appelé la narcose, c'est-à-dire le quatrième stade de notre schéma général.

Il nous a paru intéressant de voir si dans nos essais, il n'était pas possible de trouver, au moins pour les Gallinacés (Poules, Faisans et Perdrix), la relation qui relierait la dose minima de préhensibilité et le poids vif. La préhensibilité, comme nous l'avons déjà dit (voir 4, p. 345) commence au deuxième stade d'intoxication. La dose minima de préhensibilité est donc celle qui provoque chez l'animal une intoxication correspondant à ce deuxième stade.

Dans nos essais où nous administrions une pilule unique, nous ne sommes bien entendu qu'assez rarement tombé précisément sur cette dose minima de préhensibilité ; aussi avons-nous également considéré les doses qui provoquaient un effet un peu plus fort ou un peu plus faible et qui pouvaient donc être considérées comme des valeurs approchées par excès ou par défaut de la dose cherchée.



Graphique N° 1.

Dans le graphique n° 1, établi en coordonnées logarithmiques, nous avons porté les points correspondant aux 49 essais qui nous ont paru pouvoir être retenus pour cette détermination. Les données de ces essais se retrouvent, bien entendu, dans les Tableaux II et IV.

On voit que les points figuratifs forment deux nuages assez distincts l'un de l'autre : le nuage A qui réunit la presque totalité des résultats relatifs aux Poules et Faisans (35 points) et le nuage B qui, outre les résultats sur Perdrix, groupe les points relatifs à 2 Faisandeaux, à 2 Poules naines et à une jeune Poule (14 points).

Notre collègue J. Arnoux a bien voulu se charger de l'analyse statistique de la corrélation existant entre ces données et permettant de calculer la dose Q de glucochloral ingérée par individu en fonction du Poids vif P de cet individu. Il aboutit aux deux relations suivantes :

$Q = 0{,}32\ P^{1{,}28}$ (Pour l'ensemble des points) ;
$Q = 0{,}87\ P^{0{,}92}$ (Pour le seul nuage A).

Le calcul de la limite ou écart fiduciaire du coefficient de régression pour une probabilité de 95 p. cent, donne pour limites extrêmes des exposants de P, entre lesquelles nous pouvons affirmer qu'au moins 95 p. cent des résultats se trouvent, est $1{,}28 \pm 0{,}35$ dans le cas de notre première formule relative à l'ensemble des points et de $0{,}92 \pm 0{,}20$ dans le cas de notre deuxième formule relative au seul nuage A.

Nous voyons donc que malgré une certaine imprécision dans nos résultats, nous sommes en mesure d'affirmer que ce que nous avons appelé la dose minima de préhensibilité est reliée au poids vif par une relation de la forme :

$Q = k\ P^{1+\varepsilon}$.

$1 + \varepsilon$ étant un nombre très certainement supérieur à 2/3, voisin et probablement un peu supérieur à l'unité.

Il resterait à voir si cette différence certaine du mode d'action du glucochloral est due à la différence d'organisation entre le Chien et les Gallinacés ou bien au mode d'administration de l'hypnotique.

III. — ESSAIS AVEC LE CHLORALOSE C ET LES GRAINS AU CHLORALOSE

1. Activité comparée du glucochloral alpha et du chloralose C.

Le « Chloralose C » est, nous l'avons déjà dit, le produit technique que l'agriculteur est à même de pouvoir se procurer dans le commerce. Ce produit contient environ 75 p. cent de glucochloral alpha ; les 25 p. cent restant sont principalement constitués par du parachloralose qui n'a qu'un pouvoir hypnotique très faible comme l'ont démontré M. Hanriot et C. Richet sur Chien, Chat et Tanche (18, 26). Nous avons tenu néanmoins à le vérifier : l'ingestion par une Poule naine de la dose de 50 mgr par kilo de poids vif et celle par un Pigeon de la dose de 70 milligrammes par kilo n'a provoqué aucun trouble manifeste chez ces deux oiseaux.

Nous avons broyé finement un échantillon commercial de chloralose C ; nous l'avons tamisé et la poudre passant au tamis 200 nous a servi à confectionner des pilules suivant la même technique que celle utilisée pour le glucochloral alpha. Nous avons procédé à 12 essais que nous avons résumés dans le Tableau X, en y ajoutant pour chaque sujet

l'essai effectué avec du glucochloral alpha qui permet le mieux la comparaison des effets obtenus. Pour mieux permettre celle-ci, nous avons précisé pour chaque essai la durée de l'attente et de la préhensibilité (voir 4, p. 346).

TABLEAU X

Action comparée des chloraloses alpha et C.

N° de l'essai	Sujet	Glucochloral		Effet	Préhensibilité	
		Nature	mg par kg		Attente	Durée
	Poules :					
38	Cayenne n° 14 .	alpha	40	Sommeil hypnotique	1 h	1 h
40		C	66	Sommeil hypnotique	45 min	15 min
23	Bresse n° 8	alpha	100	Narcose	6 h 30 min	24 h
27		C	90	Sommeil hypnotique	45 min	7 h
1	Sussex n° 1 ...	alpha	75	Sommeil hypnotique	3 h	18 h
3		C	119	Narcose	1 h	6 h
7	Sussex n° 2 ...	alpha	122	Narcose	2 h 15 min	24 h
8		C	150	Narcose	5 h	plus de 4 h
11			160	Narcose	30 min	9 h
	Pigeons :					
73	n° 60	alpha	75	Sommeil hypnotique	1 h	8 h
72		C	75	Hypnose légère	1 h	2 h
64	n° 57	alpha	751	Sommeil hypnotique	3 h	3 h
65		C	100	Hypnose légère	1 h 30	3 h
60	n° 56	alpha	60	Sommeil hypnotique	1 h 45	4 h
62		C	101	Sommeil hypnotique	45 min	3 h
57	n° 55	alpha	51	Sommeil hypnotique	1 h	7 h
59		C	102	Sommeil hypnotique	1 h	4 h
67	n° 58	alpha	76	Mort	3 h	2 h
66		C	105	Sommeil hypnotique	3 h	2 h
	Canards :					
83	n° 62	alpha	25	Hypnose légère	1 h	3 h
85		C	30	Hypnose légère	30 min	45 min
79	n° 61	alpha	27	Hypnose légère	1 h 30	1 h
81		C	35	Hypnose légère	1 h	45 min

Il ressort de ce tableau que le chloralose C administré sous forme de pilule se montre moins actif que le glucochloral alpha puisque pour produire un même effet physiologique la dose de chloralose C est dans 11 essais sur 12 nettement supérieure à celle de glucochloral alpha. On peut approximativement estimer le rapport de ces doses d'après notre tableau : il varie de 1 à 1,6 pour les Poules, et de 1,3 à 2,0 pour les Pigeons ; il est de 1,2 et 1,3 pour les Canards. La valeur moyenne peut

être indiquée comme étant de 1,4. Ce n'est bien entendu qu'un ordre de grandeur qui ne vaut que pour l'échantillon expérimenté.

Au début de nos essais, M. J.J. Capet a eu l'obligeance de nous communiquer les résultats des recherches qu'il avait poursuivies de 1942 à 1945 avec le chloralose C. Ces résultats n'ayant pas été publiés, nous tenons à les indiquer ici, au moins très brièvement. M. J.J. Capet a opéré sur plus de 150 animaux et il a cherché à déterminer la dose provoquant nettement le sommeil sans provoquer la mort. C'est donc celle qui correspond à la fin de notre stade 3 et au stade 4. La valeur moyenne pour chaque espèce de cette dose exprimée en milligrammes de chloralose C par kilo de poids vif, est la suivante :

Perdrix	132	mg/kg
Faisan	128	—
Poule (Sussex)	100	—
Pigeon	82	—
Canard (de Rouen)	30	—
Freux	11	—
Pie	10	—

Compte tenu de la différence que nous venons d'indiquer entre le chloralose C et le glucochloral alpha nous voyons que ces chiffres concordent bien avec les nôtres en ce qui concerne la Poule et le Pigeon ; si l'on admet pour le Faisan et la Perdrix le coefficient moyen de 1,4 que nous avons trouvé, la concordance est encore satisfaisante pour ces deux espèces. Quant au Canard et au Freux, les chiffres de M. J.J. Capet sont nettement inférieurs aux nôtres ; peut-être cela ne résulte-t-il que du fait que nous avons pris comme repère un stade différent d'intoxication et que chez ces deux espèces il est parfois bien difficile pour l'observateur de discerner les stades d'intoxication.

2. Essais avec les grains au glucochloral.

Nous avons préparé, pour nos essais de laboratoire, des grains au glucochloral alpha suivant la technique couramment employée qui consiste à faire dissoudre à chaud le glucochloral dans de l'eau, à y verser le grain et à continuer à chauffer légèrement en remuant constamment la masse, jusqu'à complète absorption de la solution. Le grain est ensuite mis à sécher.

Nous avons préparé ainsi du Blé à 5 et 2 p. mille, c'est-à-dire contenant respectivement 5 gr et 2 gr de glucochloral alpha pour un poids initial de 1 kg de grain. En réalité, la teneur des grains est un peu inférieure à ces chiffres car malgré toutes les précautions prises, on perd toujours lors de la préparation une certaine quantité de produit actif.

Les résultats de nos essais effectués avec le Blé à 5 p. mille sont résumés dans le Tableau XI. Chaque animal ou lot d'animaux a reçu une quantité de grain très supérieure à ses besoins normaux et en a consommé ce qu'il a voulu.

TABLEAU XI

Effets de l'ingestion de Blé à 5 p. mille de glucochloral alpha.

Sujet		Poids vif en kg	Grammes de grains consommés	Milligrammes de glucochloral ingéré par kg	Effets
Espèce	N°				
Poule Sussex	3	1,940	160	410	Narcose durant 72 h
Poule Bresse noire	7	1,390	70	250	Sommeil hypnotique durant 36 h
Poule Wyandotte	17	1,770	78	210	Sommeil hypnotique durant 36 h
Pigeon	56	0,425	25	294	Hypnose légère durant 24 h
Canard Pékin	62	2,600	227	436	Mort en 5 h
Cane Kaki	63	2,110	187	495	Mort en 2 h
Faisandeaux	37	1,262			
Faisandeaux	38	1,096	au total 100	en moyenne 147	Hypnose légère durant 3 h environ
Faisandeaux	39	0,831			
Faisandeaux	40	0,871			
Faisans	41	1,198			
Faisans	42	1,434	au total 100	en moyenne 109	Hypnose légère durant 3 h environ
Faisans	43	1,102			
Faisans	44	0,899			
Perdrix	53	0,315	au total 4	moyenne 31	Nul
Perdrix	54	0,320			

Le premier fait qui ressort de ce tableau est que même si l'on tient compte du fait que les doses indiquées comme ingérées sont sans doute un peu supérieures aux doses réellement ingérées, il n'en subsiste pas moins que les oiseaux ont reçu des quantités de glucochloral qui, ingérées sous forme de pilule n'eussent pas manqué de provoquer des accidents plus graves. Il est certain que le Pigeon serait mort ainsi que probablement les Poules et les Faisandeaux. On peut présumer que les Faisans eussent été plongés dans le coma et les Perdrix dans un état hypnotique. Le cas des Poules qui ont été atteintes assez peu gravement mais qui sont restées sous l'action du produit pendant un très long temps permet de supposer que le glucochloral ne doit passer que progressivement dans l'organisme ; mais ce n'est là qu'une hypothèse qu'il conviendrait de vérifier.

Le deuxième fait que l'on peut déduire de nos essais est que la concentration de 5 p. mille peut être considérée comme une concentration liminaire au-dessus de laquelle le risque d'accidents mortels à la suite de consommation de grain au glucochloral augmenterait très rapidement même pour les gallinacés de grande taille qui sont les oiseaux les plus résistants que nous ayons étudiés. Il y a d'ailleurs lieu de remarquer qu'à cette concentration de 5 p. mille, il aurait sans doute pu se produire quelques accidents mortels sur les Faisans ou les Perdrix si la consommation de grain n'avait pas été aussi faible qu'elle le fût. A cette concentration, nous estimons que le risque d'accident est très réduit pour les Gallinacés et les Pigeons mais qu'il n'est pas nul.

La deuxième concentration liminaire, celle au-dessous de laquelle

le risque d'accident est pratiquement nul même pour les plus sensibles des espèces expérimentées, nous semble pouvoir être fixée à environ 2 p. mille.

En effet, opérant dans les mêmes conditions que précédemment, nos essais se résument très succintement ainsi :

TABLEAU XII

Effet des grains 5 à p. mille de glucochloral.

	Poids vif	Effet
Poule Sussex n° 3	1,380	Hypnose très légère
Poule Leghorn n° 16	1,800	Troubles légers
Poule Leghorn n° 15	2,010	Nul
Poule Sussex n° 4	2,450	Nul
Cane Kaki n° 63	1,550	Hypnose légère
Canard Pékin n° 62	2,210	Sommeil hypnotique
Freux n° 74	0,381	Troubles légers
Freux n° 75	0,430	Hypnose légère
Freux n° 76	0,442	Sommeil hypnotique
Freux n° 77	0,501	Hypnose légère
Choucas n° 85	0,213	Nul
Choucas n° 86	0,252	Nul

Certes nous pouvons penser qu'opérant en nature et en conditions favorables, la consommation de grain par les Freux et Choucas eût été plus importante et que nous eussions eu pour ces espèces des accidents plus graves. Néanmoins, il est raisonnable d'estimer qu'à cette concentration le grain au glucochloral est insuffisamment efficace et que nous avons peu de chances de constater en pratique des accidents graves ou mortels même avec des espèces aussi sensibles que le Canard ou les Corvidés.

3. Action toxique d'accumulation des chloraloses.

Il est classique de penser en thérapeutique médicale que le glucochloral alpha pris à dose convenable est un médicament hypnotique sans accoutumance ni accumulation. Nous avons procédé à des administrations répétées de glucochloral alpha sur quelques Poules, Pigeons et Canards et cette opinion nous a paru être vérifiée.

Il est classique également de considérer le parachloralose comme un toxique. Cela est vrai si l'on envisage l'action de ce produit sur certains tissus nerveux dont il abaisse le seuil d'excitabilité comme l'ont démontré M. LAPICQUE (21), H. CARDOT et H. LAUGIER (3), J. CHEVALLIER et M.J. CHERBULLIEZ (6,7,8), W. VAN LAER (29). Mais cela est discutable si l'on considère l'action toxique générale sur l'être vivant, pris dans son ensemble comme l'ont montré, M. HANRIOT et C. RICHET (18, 26) et comme nous l'avons vérifié sur Poule naine et Pigeon (voir I, p. 357).

Néanmoins trois expériences fortuites nous ont démontré la possibilité d'une action toxique d'accumulation des chloraloses à la suite de

l'ingestion de chloralose C, c'est-à-dire d'un chloralose riche en parachloralose. Ces trois expériences se résument ainsi :

TABLEAU XIII

Cas d'intoxication chez la Poule, par le chloralose C.

Sujet	Date de l'essai	Chloralose		Effet
		Nature	Dose	
Sussex n° 1	1er juin	C	119 mg/kg	Narcose durant 6 h
	8 juin	alpha	100 —	Mort en 22 h
Sussex n° 2	4 juin	C	150 —	Narcose durant 4 h
	10 juin	alpha	100 —	Narcose profonde durant plus de 12 h
Sussex n° 2 ...	22 octobre	C	160 —	Narcose profonde durant 9 h
	25 octobre	alpha	75 —	Mort en 3 h 30 min

La 3e expérience nous semble particulièrement démonstrative puisque la dose de chloralose alpha ingérée le 25 octobre était très inférieure à la dose de chloralose alpha contenue dans les 160 mgr de chloralose C ingéré le 22 octobre.

4. Espèces diverses d'oiseaux sensibles aux chloraloses.

Dans la littérature nous ne trouvons guère de renseignements sur l'activité du chloralose à l'égard des oiseaux autres que les Corbeaux et Pie. Nous ne pouvons à ce sujet que citer S. TARA qui dans sa publication (28) rapporte qu'il a pu capturer des Moineaux (*Passer domestica* L., vraisemblablement) et des Merles (*Turdus merula* L.).

Nous avons, nous-mêmes ou nos collaborateurs, procédé à d'assez nombreuses captures de petits Passereaux granivores au cours d'opérations de baguage de Corvidés en hiver. Avec des grains à 3,5 ou 6 p. mille de glucochloral nous avons ainsi pu prendre des Bruants jaunes (*Emberiza citrinella* L.), des Pinsons ordinaires (*Fringilla coelebs* L.), des Moineaux (*Passer domestica* L.), des Alouettes des champs (*Alauda arvensis* L.), des Cochevis huppés (*Galerida cristata* L.) et même, par temps de neige, un Etourneau (*Sturnus vulgaris* L.). Il nous semble donc possible d'affirmer que l'ensemble des petits Passereaux granivores doit être sensible au Glucochloral et qu'une concentration de 5 p. mille de cet hypnotique dans les grains ne les met certainement pas à l'abri des accidents graves ou mortels.

La destruction de petits Passereaux granivores au cours des luttes contre les Corbeaux avec des grains au chloralose, doit sans doute passer assez inaperçue de beaucoup d'utilisateurs car ces petits oiseaux qui se mêlent assez volontiers aux bandes de Corbeaux en hiver sont atteints par l'hypnotique avant les Corbeaux et sont mangés par ceux-ci dès le moment où leurs réflexes de fuite ne jouent plus comme nous avons pu nettement l'observer lors d'un essai qui provoqua la destruction de

Bruants jaunes en nombre sensiblement équivalent à celui des captures de Freux que nous pûmes faire. Il serait utile de préciser la sensibilité des principales espèces granivores à l'égard du glucochloral mais nous croyons impossible que l'on puisse trouver une concentration de cet hypnotique dans les grains qui, restant efficaces contre les Corbeaux, mettent les petits Passereaux à l'abri des accidents.

IV. — CONCLUSIONS

1. Dose d'emploi du chloralose.

La question à laquelle nos essais devaient permettre de répondre était de savoir s'il était possible de trouver une concentration de chloralose dans les grains qui soit suffisamment basse pour que le risque d'accident sur Oiseaux-Gibier et notamment sur Faisan et Perdrix soit pratiquement nul, sans toutefois que soit diminuée l'efficacité de ces grains pour la destruction des Pies et Corbeaux.

Nos essais (voir notamment le Chapitre II) ont confirmé que les Corvidés étaient nettement plus sensibles au glucochloral que les Canards et surtout que l'ensemble constitué par les Pigeons, les Perdrix, les Faisans et les Poules de différentes tailles.

Néanmoins pour être certain d'éviter tout accident grave (sommeil hypnotique, narcose ou mort) sur les Faisans et Perdrix, il nous faudrait descendre à des concentrations de l'ordre de 2 p. mille, même en tenant compte d'une diminution de l'activité du glucochloral lorsqu'il imprègne du grain. A cette concentration de 2 p. mille, il n'est d'ailleurs pas exclu que l'on puisse avoir avec les Gallinacés-Gibier quelques accidents légers qui permettent néanmoins la préhensibilité des animaux atteints comme le laisse présumer nos essais sur Poules (voir 1 et 2, p. 357 et 359).

Par contre, nos quelques essais de laboratoires (voir 2, p. 359) et surtout toute la pratique du procédé que nous avons assez largement utilisé, nous et nos collaborateurs, pour le baguage des Corbeaux, nous permettent de dire que cette concentration de 2 p. mille est insuffisante pour être régulièrement et complètement efficace. Les concentrations de l'ordre de 2,5 à 3 p. mille peuvent être suffisantes si l'on opère en conditions très favorables c'est-à-dire lorsque les Corbeaux sont affamés. Elles peuvent être utilisées par exemple en hiver, par temps de gel ou de neige, ou en début de journée lorsque les Corbeaux risquent de faire une assez forte consommation de grains.

Pratiquement nous croyons que la concentration à préconiser pour la destruction des Corbeaux, est de l'ordre de 5 p. mille. A cette concentration le risque d'accident sur Gallinacés n'est pas nul mais il est très réduit (voir 2, p. 359). Au-dessus, le risque d'accidents mortels sur Faisan et Perdrix augmente certainement de façon très rapide sans

que l'efficacité sur Corbeaux soit pratiquement augmentée car à ces doses, le succès de la destruction dépend plus d'un emploi méthodique des appâts que d'une augmentation de la teneur des appâts en produit actif.

Quelle que soit la concentration utilisée, le risque de destruction des petits Passereaux granivores est certain (voir 4, p. 362). Pour éviter certainement ce fait déplorable, nous pouvons conseiller l'emploi de grain de maïs comme support du glucochloral. Si l'on a soin de prendre un maïs à gros grain type « Dent de Cheval », comme on l'a proposé, nous doutons que ces grains ne puissent absolument pas être consommés par les Perdrix et Faisans mais nous nous associons à ceux qui pensent que ces grains sont peu acceptés par les Gallinacés-Gibier et qu'en les employant on diminue encore le risque d'accidents. Cette vue un peu théorique serait utilement confirmée par l'expérience, mais en attendant que cela soit fait, nous ne pouvons que conseiller l'emploi de ces gros grains de maïs chaque fois que l'on n'a pas de motifs fondés sur l'expérience pour craindre un refus de consommation du Maïs par les Corbeaux.

2. Emploi du chloralose pour la capture des Oiseaux.

Depuis plusieurs années déjà quelques bagueurs de la Station ornithologiques de Versailles utilisent les grains au chloralose, aux teneurs de 5 à 10 p. mille, pour la capture des Corvidés en vue de l'étude de leur migration. On pourrait également songer à l'emploi de ce procédé pour la reprise des Faisans et Perdrix destinés à l'élevage ce qui habituellement s'effectue à la mue-piège.

Qu'il s'agisse de l'un ou l'autre cas, l'objection que l'on peut faire au procédé est la même : il faut employer des grains suffisamment concentrés en glucochloral pour que l'action soit suffisamment forte et rapide ; sinon, le temps entre le moment de l'ingestion et celui où l'oiseau commence à être préhensible peut être assez considérable et il varie grandement d'un individu à l'autre (voir notamment le Tableau I). Dans le cas des Freux, opérant par temps doux, nous avons pu constater que lorsque les premiers sujets étaient atteints, le trouble était jeté dans la bande qui s'envolait et se dispersait, de nombreux individus échappant ainsi à l'opérateur bien qu'ils eussent avalé une quantité de grains suffisante pour assurer la préhensibilité. A dose trop faible, le « rendement » de l'opération risque d'être mauvais. Si, au contraire, la dose est élevée, beaucoup plus d'animaux peuvent être pris par l'opérateur mais alors un nombre toujours assez important d'individus est atteint mortellement, les écarts entre les doses hypnotiques, narcotiques et mortelles étant relativement faibles.

C'est pourquoi nous déconseillons l'emploi des grains au chloralose pour la reprise des Faisans et Perdrix destinés à la reproduction et nous ne conseillons cet emploi en vue du baguage que pour les espèces qui vivent en bande, afin que le nombre d'oiseaux capturés puisse être

important, et qui sont suffisamment abondantes pour que la mortalité qui accompagne la capture ne puisse pas être considérée comme une regrettable destruction.

V. — RÉSUMÉ

Nous avons procédé avec du « glucochloral alpha » et avec du « chloralose C » (glucochloral technique) à près de 150 essais ayant porté sur 86 sujets appartenant aux espèces et races suivantes : Poules (Sussex, Wyandotte, Bresse, Leghorn, Nègre-Soie et naines), Faisan, Perdrix, Pigeon domestique, Canard (de Pékin et Kaki Campbell) et Corvidés sauvages (Freux, Corneille noire et Choucas).

Nos essais par ingestion de pilules de glucochloral alpha ont montré que :

1° Les symptômes d'intoxication sont à peu près les mêmes chez les espèces étudiées et on peut, en général, distinguer cinq stades successifs d'intoxication ;

2° Les Canards et surtout les Corvidés sont nettement plus sensibles que l'ensemble des Gallinacés et des Pigeons ; différentes doses actives ont pu être précisées ;

3° L'influence de la race, du sexe et du poids vif a été étudiée ainsi que les variations individuelles.

Les essais avec le chloralose C ont montré qu'il a une activité nettement moindre que le glucochloral alpha et que, selon toute vraisemblance, il possède un certain pouvoir toxique d'accumulation.

Les essais avec les grains au glucochloral ont montré que cette forme de préparation atténue l'activité du glucochloral.

En conclusion : 1° pour diminuer grandement les risques d'accidents sur Gallinacés-Gibier, c'est la dose de 5 p. mille environ qui est préconisée, pour les grains destinés à la destruction des Corbeaux.

2° La reprise des Gallinacés-Gibier par ce procédé est déconseillée, la capture des Corbeaux de migration en vue du baguage est possible et réalisée depuis plusieurs années par la Station ornithologique de Versailles.

Reçu le 3 *juillet* 1950.

BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE

(1) Bourdelle (E.) et Giban (J.). — Bulletin des Stations françaises de Baguage, n° 5 (1946-1947), 1950 (in *L'Oiseau, Vol XX (N.S.)* 1950).

(2) Camus (L.) et Langlois (J.P.). — Toxicité du Chloralose pour le Rat. *C.R. Soc. Biol.* 1902, *T. LIV*, 11e S., 4e t., p. 268-271.

(3) Cardot (H.) et Laugier (H.). — Anesthésie et réflexe linguomaxillaire. *C.R. Soc. Biol., t.* 87, 1922, p. 215-219.

(4) Chambard (E.). — Essai sur l'action physiologique et thérapeutique du chloralose. *Revue médicale* 1894, p. 306-324, p. 513-543.

(5) Chappellier (A.). — Emploi de l'anesthésie pour le baguage des Corbeaux adultes. *C.R. Ac. Agri., t.* 32, n° 10, 1946, p. 419-420.

(6) Chevallier (J.). — Le Chloralose : son pouvoir hypnotique. *Bull. Soc. Thér.*, n° 9, 1924.

(7) Chevallier (J.). — Chloralose pur et chloraloses commerciaux. *Bull. Soc. Thérap.*, 1930, p. 230-239.

(8) Chevallier (J.) et Cherbuliez (A.). — Chloralose et parachloralose. Leur action sur le système nerveux bulbo-médullaire. *C.R. Soc. Biol.*, 1924, *t.* 91, p. 642-644.

(9) Daude (J.L.). — Capture et destruction des Corbeaux, Pies et autres oiseaux nuisibles aux récoltes. *Bull. Ac. Méd.* 160e *A.*, *t.* 126, n° 31, 32, 33, 1942, p. 452-454.

(10) Garrelon (L.) et Santenoise (D.). — Anesthésie par le Chloralose et excitabilité du système nerveux organo-végétatif. *C.R. Soc. Bil.*, 1923, *t.* 89, p. 1100-11002.

(11) Goldenberg (A.). — Du Chloralose. Son action physiologique et thérapeutique. *Rev. médec. Paris* 1893, 94 p.

(12) Guillaume (A.). — La destruction des Corbeaux par le chloralose. *C.R. Ac. Agri.*, *t.* 30, 1944, n° 10, p. 265-267.

(13) Guillaume (A.). — La destruction des Rats et des Souris par le glucochloral. *Bull. Ac. Méd.* 1944, *t.* 128, p. 597-600.

(14) Hanriot (M.) et Richet (Ch.). — De l'action physiologique du chloralose. *C.R. Soc. Biol.* 1893, *t. XLV*, p. 1-8.

(15) Hanriot (M.) et Richet (C.). — Effets psychiques du chloralose sur les animaux. *C.R. Soc. Biol.* 1893, *t. XLV*, p. 109-113.

(16) Hanriot (M.) et Richet (C.). — Effets physiologiques du chloralose. *C.R. Soc. Biol.* 1893, *t. XLV*, p. 129-133.

(17) Hanriot (M.) et Richet (C.). — D'une substance dérivée du chloral ou chloralose et de ses effets physiologiques et thérapeutiques. *C.R. Ac. Sciences* 1893, p. 116 et 63.

(18) Hanriot (M.) et Richet (C.). — De l'action physiologique du parachloralose. *C.R. Soc. Biol.*, 1893, p. 614-615.

(19) Hariri (A.). — Etude toxicologique du chloralose. *Thèse médicale Paris*, 1943.

(20) Heffter (A.). — Ueber die Einwirkung von Chloral auf Glucose. *Bericht der Deutschen chemischen Gesellschafft*, *t.* 22, p. 1050-1051, 1889.

(21) Lapicque (M.). — Analyse de l'action du chloralose et du chloroforme sur l'excitabilité de la moelle. *C.R. Soc. Biol.*, 1918. *LXXXI*, p. 749-751.

(22) Loria (C.). — Essai bibliographique sur l'action pharmacodynamique du chloralose. *Thèse médec. Paris*, 1945.

(23) Pachon (V.) et Richet (C.). — De la respiration périodique dans l'intoxication par le chloralose. *C.R. Soc. Biol.* 1893, *XLV*, *t.* 5, 9e *S.*, p. 287-289.

(24) Parrot (J.L.). — Sur la dose anesthésique de chloralose chez le Chien ; sa proportionnalité à la puissance 2/3 du poids de l'animal. *C.R. Soc. Biol.* 1941, *CXXXV*, p. 731-734.

(25) Richet (C.). — Anesthésie et anesthésiques. In *Dictionnaire de Physiologie*, *t. I*, *Paris* 1895, p. 537-538.

(26) Richet (C.). — Chloraloses. In *Dictionnaire de Physiologie*, *t. III*, 1898, p. 582-594.

(27) Richet (C.). — Un nouvel hypnotique : le chloralose. *Rev. Scient. Paris* 1893. 30e *A.*, *t. II*, p. 175-178.

(28) Tara (S.). — Précisions sur l'emploi du glucochloral pour la destruction des animaux nuisibles *Bull. Acad. Méd.* 1944, *t.* 128, *CXXVIII*, p. 594-596.

(29) Van Laer (W.). — De la Pharmacodynamie du chloralosane et du chloralose. Etude comparative. *Thèse fac. Méd. Genève*, n° 45, 1926.

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE L'ACTION INSECTICIDE DE CONTACT

1RE PARTIE : DESCRIPTION DE LA MÉTHODE

par

G. VIEL

Maître de Recherches
au Laboratoire de Phytopharmacie.

SOMMAIRE

I. — **Introduction :**
Méthodes générales d'étude des propriétés insecticides.

II. — **Principe de la méthode :**
Définition de la toxicité et de l'action insecticide.
Mesure de la toxicité.
Contact de l'insecte avec le milieu toxique.

III. — **Études sur le mode opératoire :**
Durée de l'immersion.
Influence du solvant.
Influence de la température.
Importance numérique de l'échantillon.
Influence de l'origine du lot d'insectes.
Influence de l'état sanitaire des insectes.

IV. — **Description de la méthode :**
Élevage des insectes.
Prélèvement des insectes.
Immersion.
Appréciation de la mortalité.
Préparation des suspensions.
Dilutions et répétitions.

V. — **Présentation graphique des résultats :**
Courbe de mortalité.
Transformation des unités.

VI. — **Détermination de la courbe de mortalité des *Calandra granaria* traités par le γ H. C. H.**
Dose léthale médiane de γ H. C. H. pour les *Calandra*.
Courbe étalon et unité de D. L. M.

VII. — **Résumé.**

VIII. — **Bibliographie.**

I. — Introduction.

Méthodes générales d'études des propriétés insecticides. — Les méthodes de détermination du pouvoir insecticide d'une substance diffèrent selon que l'on se propose de définir la toxicité par contact, par ingestion ou par voie gazeuse. Tattersfield, à qui l'on doit la description de plusieurs méthodes rigoureuses, a publié en 1939, une mise au point très complète sur les méthodes qui avaient été décrites jusque là (1).

A cette époque, l'étude de composés possédant une toxicité de contact était loin de connaître le développement qu'elle a pris ces dernières années. En général, cependant, il n'y a pas de différences essentielles entre les méthodes signalées par Tattersfield et celles d'aujourd'hui. Les améliorations portent sur les appareils et répondent au souci des auteurs d'obtenir une répartition homogène de l'insecticide et de reproduire exactement le même dépôt toxique dans plusieurs opérations.

Cependant, une méthode originale doit être mentionnée, c'est celle du « film toxique » décrite par Potter et Tattersfield (2). Elle consiste en principe à réaliser sur un support approprié un dépôt uniforme de l'insecticide, et à laisser à son contact les insectes choisis pendant un temps convenable.

Jusqu'à ces dernières années, nous utilisions uniquement pour démontrer la valeur insecticide d'un corps la méthode décrite par Raucourt, Bégué et Trouvelot (3), améliorée par Bégué (4). Elle permet d'apprécier l'action globale et emploie des larves de Doryphores (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Nous la rappelons brièvement :

10 larves de Doryphores à un stade de développement défini comme étant la fin du troisième stade ou le début du quatrième, sont traitées par une bouillie ou une poudre préparée à partir de la substance à étudier. Elles sont nourries avec des feuilles de Pommes de terre ayant subi le même traitement. L'état sanitaire et l'alimentation de chaque larve sont relevés quotidiennement pendant les 4 jours qui suivent le traitement. Une substance étalon, dont on connaît bien l'action, est introduite dans chaque série. Elle sert de référence et permet de comparer les résultats obtenus dans différentes séries.

Cette méthode est rapide. Elle suffit dans bien des cas et nous rappellerons qu'elle a permis de mettre en évidence les propriétés insecticides de l'H.C.H., qui ensuite furent confirmées par des essais parcellaires (5).

En modifiant la concentration des émulsions ou la teneur des poudres en substance toxique, on peut déterminer un seuil de concentration où l'activité insecticide de la substance examinée est nettement diminuée. De cette façon, il serait possible de classer les composés étudiés en considérant les valeurs de ces concentrations limites. Cependant, cette comparaison ne serait pas suffisamment précise et, en par-

ticulier, il ne serait pas possible de mettre en évidence de faibles différences de valeur insecticide.

En outre, lorsque l'intoxication par contact est insuffisante pour empêcher toute alimentation, l'ingestion du poison vient compléter l'action de la substance examinée. L'interprétation des résultats s'en trouve compliquée. Si l'effet total est intéressant à envisager lorsqu'on considère l'application agricole du produit contre les insectes brouteurs, il est utile de posséder une méthode permettant de comparer uniquement les propriétés de contact. Enfin, l'utilisation du Doryphore ne permet le travail que pendant quelques mois par an.

Dans le but de réaliser une comparaison rigoureuse d'insecticides d'ingestion, M. Raucourt a décrit une méthode précise (6). Elle repose, en principe, sur la détermination des courbes de mortalité en fonction des doses de substance ingérées. Le pouvoir insecticide relatif est défini comme le rapport inverse des doses provoquant une mortalité de 50 p. cent parmi une population de larves de Doryphores.

C'est une conception analogue qui nous a guidé dans le choix d'une méthode d'étude des insecticides de contact, et nous avons utilisé les Charançons du blé (*Calandra granaria* L) que l'on peut avoir en toute saison.

II. — Principe de la Méthode.

Définition de la toxicité et de l'action insecticide. — Dans son ouvrage « Leçons sur la toxicité », L. Launoy (7) énonce plusieurs propositions relatives à la notion de toxicité d'une substance. Il écrit notamment :

« Une substance toxique n'est pas forcément une substance qui lentement ou rapidement, mais inexorablement, doit conduire à la mort.

« Entre une action médicamenteuse à proprement parler et une action toxique, il n'existe qu'une différence de degré, c'est une question de posologie. »

Et il admet de considérer comme toxique :

«...toute substance qui, par sa localisation en certains organes, détermine une altération aiguë ou chronique de leur fonction, provoque des dégénérescences cellulaires graves, irréversibles ou réversibles. »

Nous dirons donc que la toxicité d'un corps est la faculté qu'il possède d'engendrer des altérations des fonctions physiologiques d'un organisme allant du trouble passager jusqu'à la mort.

Mais, très fréquemment, on envisage la toxicité limitée étroitement à l'action mortelle. C'est avec cette acception que nous employons ce terme.

Nous remarquerons que la toxicité d'un corps se définit par rapport à un organisme et lorsque la toxicité se rapporte aux insectes, on peut utiliser l'expression « action insecticide ». Ce n'est que par

suite d'une généralisation approximative qu'on attribue à un corps la propriété de posséder une « action insecticide » ; en fait, on sait seulement qu'il est toxique pour des espèces d'insectes bien déterminées, sur lesquelles il a été étudié : il est insecticide vis-à-vis du Doryphore, de *Calandra granaria*, d'*Aphis rumicis*, etc. Si on a choisi judicieusement l'espèce étudiée, on peut extrapoler le résultat à un groupe d'insectes ou à l'ensemble des insectes.

La grandeur mesurant l'action insecticide d'une substance de comparaison peut être prise arbitrairement comme unité d'action insecticide. En déterminant la même grandeur pour une autre substance, on peut obtenir une mesure relative de l'action insecticide pour l'espèce d'insectes qui a été utilisée pour les déterminations.

La valeur ainsi obtenue peut être admise pour un groupe plus ou moins large d'insectes, à la condition que les propriétés toxiques de la substance étalon varient identiquement en passant d'une espèce à l'autre du groupe envisagé. La mesure de l'action « insecticide » possède donc un certain degré d'imprécision, et il y a toujours un risque d'erreurs graves dans une généralisation trop absolue.

Mesure de la toxicité. — Quand on soumet les différents individus composant une population d'organismes à une action physiologique déterminée, les réponses diffèrent d'un individu à l'autre.

Dans une population, la proportion des réponses qui atteignent ou dépassent un niveau fixé à l'avance varie avec l'intensité de l'action excitatrice. Dans le cas de certains effets physiologiques, tels que la mort, la réponse d'un organisme isolé est nulle ou totale. La courbe représentative de la proportion de réponse en fonction de l'intensité de l'action est une courbe sigmoïde.

On peut supposer que l'intensité d'un effet toxique, dont le terme final est la mort d'un organisme vivant, est une fonction de la quantité de substance toxique absorbée par lui. Cette hypothèse est valable, quelle que soit la complexité de l'organisation cellulaire de l'être envisagé. Cette quantité absorbée ou fixée dépend elle-même de deux facteurs :

1° D'une façon générale, de la concentration de la substance dans le milieu dans lequel se trouve l'organisme ;

2° Dans certains cas, de la quantité de substance, poudre ou émulsion, venant au contact de l'organisme. Lorsque ce second facteur est fixé, la concentration du poison dans l'ensemble du milieu ambiant, ou en des points particuliers, déterminerait la quantité de poison absorbée (1).

Quel que soit le mécanisme intermédiaire de l'intoxication, l'intensité de l'effet toxique reste, en dernière analyse, une fonction de la concentration du poison dans le milieu.

(1) On désigne fréquemment la concentration de milieu sous le terme beaucoup plus général de « dose ». Nous emploierons fréquemment cette expression.

Le pouvoir toxique d'une substance vis-à-vis d'un organisme peut se mesurer par la concentration qu'elle doit atteindre dans un milieu approprié pour tuer cet organisme. La grandeur ainsi obtenue intéresse l'organisme particulier, mais ne peut servir à caractériser la substance, car elle varie d'un individu à l'autre. Pour obtenir une mesure indépendante de l'organisme et caractérisant la substance, il faut s'adresser à une population illimitée de cet organisme, ou à un échantillon la représentant à un degré suffisant.

Le pouvoir toxique peut donc être mesuré par la concentration de la substance toxique dans un milieu déterminé, entraînant la mort d'une proportion définie d'individus dans une population infinie. Le pouvoir toxique défini de cette façon est une grandeur relative à la population considérée, au milieu de dispersion de la substance toxique, et aux conditions de contact entre le poison et les organismes étudiés.

Pratiquement, la concentration intéressante se déduit de la courbe représentant le taux de mortalité en fonction de la concentration. On choisit ordinairement comme mesure de l'action insecticide la concentration pour laquelle le taux de mortalité atteint 50 p. cent. C'est la dose léthale médiane (D.L.M. ou DL 50).

Dans les précédentes considérations, nous avons admis que le temps de contact n'intervenait pas, soit qu'il soit pris comme facteur invariant, soit que son influence soit faible dans d'assez larges limites de variation de concentration (ce qui n'est pas le cas pour les atmosphères toxiques).

Contact de l'insecte avec le milieu toxique. — Dans de nombreuses méthodes de détermination du pouvoir toxique, on pulvérise sur les Insectes une dispersion de la substance dans un milieu liquide, les Insectes étant placés sur des substrats de nature diverse.

Les différents chercheurs se sont efforcés d'obtenir une pulvérisation répartie de façon homogène, pour que tous les individus reçoivent une quantité égale de liquide.

Cette conception théoriquement juste nous paraît cependant être assez illusoire, car si le substat n'est pas absorbant, verre, feuille de la plante-hôte, d'une part l'insecte se trouve recouvert d'une pellicule de liquide qui ne dépend pas uniquement de la quantité reçue, mais d'un certain nombre de facteurs tels que tension superficielle et tensions interfaciales, venant modifier la répartition, d'autre part l'insecte se déplace sur le substrat, modifiant ainsi la quantité de liquide à son contact, jusqu'au moment où la dessiccation fixe sur son corps une certaine quantité de matière active. Si le substrat est plus ou moins absorbant, les forces capillaires diverses modifient également la quantité de liquide reçue.

Un autre problème, plus important à résoudre, est la reproductibilité d'un dépôt avec une précision suffisante.

Il est encore à remarquer que les insectes petits, tels que les *Calandres*, placés sur un substrat inabsorbant, à partir d'un certain

volume de liquide pulvérisé, sont soumis à une véritable immersion qui se prolonge pendant un temps assez mal défini, jusqu'à dessiccation.

Nous appuyant sur ces considérations et dans le but d'avoir une application reproductible, tout en écartant un appareillage compliqué, nous avons basé la méthode que nous allons décrire sur l'immersion totale des insectes dans la préparation insecticide.

Une semblable méthode a été décrite récemment par Mac Intosh (8). En 1938, Craufurd-Benson (9) l'a étudiée pour le dosage de la roténone.

On a reproché à ce procédé d'associer à la toxicité de contact une action par ingestion. Il n'est pas impossible que les insectes absorbent un peu de liquide, mais la quantité de toxique introduite est très faible, en regard de celle qui vient au contact de l'insecte immergé, et par ailleurs, ainsi que nous l'avons dit ci-devant, la pulvérisation sur substrat non absorbant est assez analogue à une immersion.

III. — Études sur le mode opératoire.

Durée de l'immersion. — Il convenait tout d'abord de préciser la durée limite de l'immersion, dans le liquide témoin, supportée par les Charançons.

A cet effet, les Charançons ont été laissés pendant des temps variables dans une solution alcoolique à laquelle nous avions ajouté une certaine quantité de mouillant. La teneur en alcool et mouillant était celle que nous avions estimé nécessaire à la mise en suspension des insecticides. Les résultats sont indiqués dans le tableau I.

Tableau I

Mortalité p. cent des Charançons en fonction du temps d'immersion dans une solution hydro-alcoolique additionnée de mouillant émulsif.

Durée de l'immersion	Emulsif n° 1 : 0,1 cm³ Alcool : 2 cm³ Eau : q.s.p. 20 cm³		Emulsif n° 2 : 0,025 cm³ Alcool : 2 cm³ Eau : q.s.p. 20 cm³	
	Nombre d'essais	Mortalité	Nombre d'essais	Mortalité
15 min	1	0		
30 —	Nombreux	En général 0	2	2
60 —	2	0	2	0
120 —	2	0	2	4

Les Charançons ne sont pas affectés par une immersion pouvant atteindre 2 h dans les solutions servant de milieu dispersif aux insecticides à étudier.

Nous avons fixé dans la méthode une immersion de 30 min. parce que :

1° Les variations dans le temps d'égouttage qui peuvent atteindre une demi-minute n'affectent pas une durée de trempage suffisamment longue ;

2° Cette durée est cependant encore très loin de la limite où les Charançons témoins subissent une mortalité du fait de l'immersion.

Influence du solvant. — Il aurait été parfois intéressant d'utiliser une solution acétonique au lieu d'une solution alcoolique. Ceci nous a incité à comparer l'effet des solutions acétoniques et alcooliques. Les résultats sont les suivants :

Durée d'immersion : 30 minutes.

Solution alcoolique à 10 p. cent : en général, mortalité nulle.

Solution acétonique à 10 p. cent : sur deux essais, mortalité de 12 p. cent.

L'acétone ayant par elle-même un effet toxique, nous ne l'avons pas utilisée.

Influence de la température. — La mortalité peut être affectée par la température, celle du bain d'immersion, et surtout celle à laquelle sont conservés les insectes après le traitement.

Nous avons fixé arbitrairement à 20° la température du bain ; il n'est pas difficile de maintenir cette température à 1° près.

Une variation de quelques degrés dans la température de l'étuve de conservation des insectes modifie profondément le résultat, tout au moins dans le cas de l'H.C.H., ainsi qu'en font foi les résultats rassemblés dans le tableau II.

TABLEAU II

Influence sur la mortalité de la température de conservation des insectes après le traitement.

Concentrations p. cent	Mortalités p. cent, les températures supportées par les insectes après le traitement étant de :	
	25°	28°-30°
I. *Traitement avec l'isomère γ de l'H.C.H.*		
0,0004	18, 18 Moyenne : 18	67, 61, 61, 55, 69 Moyenne : 62,6
0,0008	45, 42, 46, 45, 29 Moyenne : 41,4	69, 79, 71 Moyenne : 73
	16-18°	25°
II. *Traitement avec l'H.C.H.* 715 :		
0,01	20,18, 14, 21, 25 Moyenne : 19,6	33, 41, 19, 30, 20 Moyenne : 28,6
0,012	19, 19, 21, 16, 15 Moyenne : 18	
0,05	33, 37, 42, 40, 37 Moyenne : 37,8	94, 91, 99, 88, 98 Moyenne : 94

Il importe donc de conserver les insectes à la même température. Nous avons choisi celle de 25°.

Importance numérique de l'échantillon d'insectes soumis à l'essai. — Les écarts entre deux déterminations, toutes deux

égales par ailleurs, sont d'autant plus importants que le nombre d'insectes dans l'échantillon est plus faible. Ceci est bien mis en évidence par l'essai suivant. Des Charançons traités en même temps ont été distribués en lots d'importances différentes et conservés dans les mêmes conditions. Les mortalités observées sont consignées dans le tableau III.

Tableau III

Mortalité observée dans ces lots d'importance croissante de Charançons ayant été soumis au même traitement.

Nombre de Charançons dans le lot :	25	100	200
I	76	73	69
II	68	83	79
III	92	79	71
Ecart entre les extrêmes	16	10	10

Nous choisissons, dans la mesure du possible, des lots de 100 insectes.

Influence de l'origine du lot d'insectes. — Nous avons cherché à savoir si les résultats pouvaient être influencés par l'origine du lot d'insectes. Ceux-ci peuvent être de générations différentes élevées dans les mêmes conditions, ou de la même génération, mais provenir d'élevage de dates différentes, ou encore provenir d'un élevage fait dans des conditions très différentes.

a) *Elevages de générations différentes.* — A trois ans d'intervalle, nous avons établi une courbe de mortalité pour un H.C.H. à faible action insecticide. Les doses léthales médianes obtenues sont :

Génération 1947 : D.L.M. de l'H.C.H. 715 : 0,022 p. cent.
Génération 1950 : D.L.M. de l'H.C.H. 715 : 0,020 p. cent.

La différence est très faible et ne nous paraît pas significative.

b) *Elevage de même génération à date de contamination différente.* — Nous avons déterminé les mortalités obtenues avec le dinitrocrésolate de sodium, sur un élevage provenant de bocaux contenant du blé contaminé artificiellement, à 9 jours d'intervalles, par des Charançons provenant de la même souche. La nouvelle génération a été utilisée de 65 à 70 jours après la contamination. Les résultats consignés dans le tableau IV font ressortir une grande dispersion de mortalité observée pour une même concentration. Cependant, l'enchevêtrement des résultats montre qu'avec la méthode employée on ne peut déceler de différences de sensibilité entre les élevages.

c) *Elevages dans des conditions nettement différentes.* — Nous avons comparé des Charançons provenant de nos élevages avec des Charançons ayant contaminé spontanément un sac de blé et ayant été conservés à l'étuve seulement 4 jours avant le traitement.

Le traitement a été fait avec du dinitrocrésylate de sodium. Les résultats sont consignés dans le tableau V.

Malgré la forte dispersion des mortalités, il apparaît nettement que les Charançons d'infestation naturelle sont plus résistants que ceux provenant d'élevage artificiel.

Tableau IV

Action de solutions de dinitrocrésylate de sodium sur des Charançons provenant d'élevages différents, dans les mêmes conditions.

Concentration en matière active p. cent	Mortalité p. cent	
	Contamination du 7-1-50	du 16-1-50
0,1	12	4, 0, 2, 3, 2, 9 Moyenne : 2,3
0,5	20	32, 45, 22, 44 Moyenne : 37
1	75	75, 68, 42, 66 Moyenne : 63

Tableau V

Action de solution de dinitrocrésylate de sodium sur des Charançons élevés dans des conditions de milieu différent.

Concentration en matière active p. cent	Mortalités p. cent	
	Elevage à l'étuve à 25°	Conditions naturelles extérieures
1	75, 68, 42, 66 Moyenne : 63	48, 51, 36, 21, 16 Moyenne : 34,5

Influence de l'état sanitaire du lot. — L'état sanitaire du lot peut se juger par la mortalité naturelle du témoin. Nous avons remarqué à différentes reprises que la sensibilité des lots traités était très affectée par de mauvaises conditions sanitaires, ainsi qu'il est manifesté dans le traitement au dinitrocrésylate de sodium dont les résultats sont rassemblés dans le tableau VII.

Tableau VII

Influence de l'état sanitaire des lots de Charançons : traitement au dinitrocrésylate de sodium

Concentration en matière active p. cent	Mortalité p. cent		
	Lot à mortalité naturelle = 0	Lot à mortalité naturelle de 16 p. cent	
		Mortalités observées	Mortalités moyennes corrigées
0,5	32, 45, 22, 49 Moyenne : 37	72, 66, 91, 71 Moyenne : 75	70,2
0,9	61, 57, 67, 67 Moyenne : 63	57, 99, 86, 95 Moyenne : 84,2	81,1

En conséquence, il faut écarter les séries d'essais où la mortalité naturelle a dépassé 5 à 7 p. cent.

IV. — Description de la méthode.

Élevage des insectes. — Les Charançons du blé, *Calandra granaria*, qui sont utilisés dans cette méthode, sont élevés dans une étuve à 25° et 60 p. cent d'humidité.

Des bocaux de 2 litres, fermés par une mousseline, sont remplis aux trois quarts avec du blé. On y introduit 1 000 Charançons que l'on laisse pendant 15 jours. Après ce temps, on les enlève. Environ

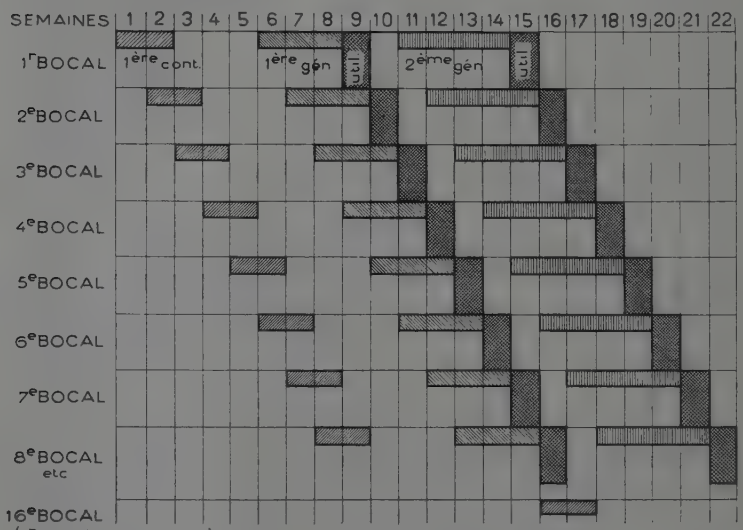


FIG. 1. — Schéma de l'élevage continu des Calandres.

5 semaines après le début de la contamination apparaissent les premiers insectes de la génération suivante. 3 semaines plus tard, on peut utiliser tous les Charançons sortis. 4 semaines après le début de la première sortie, tous les insectes restant doivent être éliminés et le bocal peut encore parfois servir pour une autre génération. Après ce temps, le bocal doit être nettoyé et le blé changé.

En contaminant régulièrement les bocaux, on peut s'assurer une production continue de Charançons d'âge moyen assez bien déterminé, comme on le voit d'après la figure 1.

Après un certain temps d'utilisation, l'étuve vide est désinfectée par l'acide cyanhydrique.

Prélèvement des insectes. — Les insectes sont prélevés au hasard dans les bocaux où la génération d'insectes parfaits correspondant à une infestation est entièrement sortie depuis une semaine.

Ils sont placés par lots de 100 dans de petits flacons de 60 à 100 cc, à large ouverture, fermés par une mousseline fine. Ils sont conservés à la température de la pièce pendant 3 à 5 h, sans nourriture.

Immersion. — 20 cc en suspension de la substance à étudier, préparée comme il sera décrit plus loin, sont introduits dans des tubes à essais de 40 cc, placés dans un bain d'eau à 20°. Ces insectes sont jetés dans le liquide et y sont maintenus pendant une demi-heure. Les tubes sont agités fréquemment.

Après une demi-heure, le contenu des tubes est jeté sur une plaque en porcelaine placée dans un entonnoir. L'entonnoir est monté sur une fiole en relation avec une trompe à vide. Le liquide est ainsi essoré rapidement et les Charançons retenus sur la plaque.

Après essorage, ils sont déposés sur un papier-filtre, sur lequel ils sont étalés ; cette opération achève leur essorage. Ils sont alors introduits de nouveau dans le petit flacon, qui est ensuite rempli aux deux tiers de blé, puis fermé par la mousseline.

Les flacons sont conservés dans l'étuve à 25°.

Appréciation de la mortalité. — Après 7 jours, les insectes sont séparés des grains à l'aide d'un tamis dont l'ouverture de maille est rectangulaire. On compte ceux qui sont vivants et ceux qui sont morts, en faisant entrer dans cette catégorie tous ceux qui sont incapables de se déplacer, après quelques minutes d'illumination au moyen d'une lampe électrique.

Préparation des suspensions. — Les suspensions sont obtenues par dilution d'une solution alcoolique ; on ajoute au préalable un mouillant émulsif, qui évite une floculation pendant le temps de l'immersion.

On procède de la façon suivante : on prépare une solution alcoolique à 1 p. cent de la substance à étudier. Cette solution servira pour l'ensemble des essais. On fait couler dans un tube à essai le volume de solution alcoolique à 1 p. cent (ou à une dilution supérieure) correspondant à la quantité de substance nécessaire pour obtenir 20 cc de suspension à la dilution recherchée.

On ajoute 0,2 cc de « mouillant émulsif ». Nous utilisons un produit industriel à base d'alcools terpéniques et de sulfonate d'alcool gras.

On introduit ensuite un volume d'alcool suffisant pour que l'émulsion finale soit à 10 p. cent d'alcool. Puis, à l'aide d'une burette, on ajoute très lentement, goutte à goutte et en agitant constamment, la quantité d'eau nécessaire pour obtenir 20 cc de suspension.

Cas d'une substance insuffisamment soluble dans l'alcool : il peut arriver que la substance ne soit pas suffisamment soluble dans l'alcool ou que des dilutions nécessaires soient trop concentrées pour maintenir une bonne suspension pendant un temps suffisant. Nous avons, dans certains cas, utilisé un broyage au mortier d'agathe en

présence de mouillant et avec addition progressive d'eau. Récemment, nous avons utilisé le procédé suivant qui nous a donné entière satisfaction pour étudier des suspensions d'H. C. H. jusqu'à 0,5 p. cent, et qui est valable pour des concentrations plus importantes.

Nous nous servons d'un tube en verre épais de 3 cm de diamètre et 25 cm de long, à l'intérieur duquel peut tourner une baguette de verre à l'extrémité inférieure renflée et rodée sur le fond du tube (*fig.* 2). Cet agitateur est entraîné par un moteur électrique, dont on peut ralentir la vitesse grâce à un rhéostat.

Nous pesons 2 g de substance, et 0,5 g de lignorésine, que nous plaçons dans le tube avec 1 à 2 cc d'eau. La vitesse de rotation de l'agitateur convenablement réglée, nous broyons la matière en tenant le tube à la main et appuyant sur le fond du tube le pilon rotatif par petites secousses.

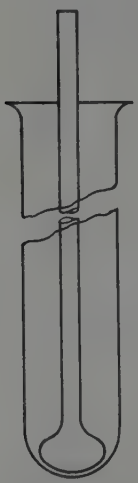


Fig. 2. — Tube pour préparer des suspensions solides.

Après avoir broyé ainsi pendant quelques minutes, nous ajoutons 25 cc d'eau, et nous laissons déposer 2 h. Nous décantons le liquide surnageant et nous broyons à nouveau la partie qui s'est sédimentée. Nous ajoutons le liquide décanté précédemment, agitons le tout et l'abandonnons encore 2 h à la sédimentation. Nous recommençons la même opération deux fois, trois fois et plus s'il y a lieu.

Finalement, nous laissons sédimenter 18 ou 24 h et nous décantons la suspension surnageante. Cette suspension est amenée à un volume connu et constitue la suspension-mère qui servira à préparer toutes les autres suspensions par dilution.

Le titre de la suspension-mère est déterminé par analyse. Les suspensions préparées ainsi sont très stables. La lignorésine employée seule n'occasionne aucune mortalité.

Dilutions et répétitions. — Les concentrations sont choisies de façon à encadrer le mieux possible la D. L. M. Chaque concentration est répétée plusieurs fois (nous préconisons 5 répétitions), soit dans la même série d'essais, soit dans des séries différentes. Chaque suspension, quelle que soit sa dilution, est obtenue à partir de la solution alcoolique primitive, ou d'une solution alcoolique plus diluée. Ses propriétés physiques sont donc absolument indépendantes de celles d'une autre suspension.

V. — Présentation graphique des résultats.

Courbe de mortalité. — Il est possible de représenter graphiquement les taux de mortalité observés en fonction de la concentration : on obtient ainsi des courbes en S.

Pour une même concentration, il arrive fréquemment que les

mortalités observées soient très dispersées. Cela tient pour une faible part à l'échantillonnage, mais surtout à des variables qu'il est difficile de fixer; il est en particulier vraisemblable que de petites variations inévitables, lors de la préparation de la suspension, en modifient les propriétés physiques. Un changement dans la grosseur moyenne des particules, leur tenue en suspension peut probablement entraîner des différences importantes dans les mortalités. En multipliant le nombre des répétitions, sur des émulsions préparées indépendamment les unes des autres, les petites variations de ces facteurs deviennent soumises aux lois du hasard, les grandes variations donnent des valeurs nettement aberrantes, que nous écartons, comme étant le résultat d'une erreur systématique.

Nous traçons la courbe « à vue » à partir de toutes les valeurs conservées, où des moyennes calculées pour chaque concentration. Cette courbe permet de déterminer la D. L. M., concentration pour laquelle la mortalité atteint 50 p. cent.

Transformation des unités. — Différents biologistes et mathématiciens (9) ont admis la possibilité d'obtenir une représentation linéaire, lorsqu'on remplace les concentrations par leurs logarithme et les mortalités observées par une grandeur statistique que Bliss, qui en a donné une expression commode, a appelé : *Probit.*

Nous avons étudié la validité de cette hypothèse pour l'ensemble des résultats que nous avons obtenus dans l'exemple que nous donnons ci-après de l'isomère γ de l'H. C. H.

Nous avons pour cela suivi la méthode indiquée par Finney. La linéarité de la courbe de régression pour l'ensemble des concentrations n'est pas acceptable. En limitant l'analyse aux mortalités moyennes, l'assimilation, quoique meilleure, n'est pas entièrement satisfaisante.

Cependant, en traçant la droite reliant les probits des moyennes pour chaque concentration, nous avons pu obtenir une dose léthale médiane qui nous a permis de retrouver, à quelques p. cent près, la teneur en isomère γ de différents échantillons d'H. C. H.

Nous adoptons donc, quand cela est utile, le tracé graphique d'une droite. Nous prenons comme D. L. M. la valeur de la concentration au point de rencontre de cette droite avec la parallèle à l'axe de l'abscisse passant par l'ordonnée 55.

Le tracé de la courbe de mortalité suffit, dans bien des cas, pour déterminer la D. L. M.

VI. — Détermination de la courbe de mortalité des Calandra granaria, traités par l'isomère γ de l'H. C. H. : Dose léthale médiane de γ H. C. H. pour les Calandra. Courbe étalon et unité de D. L. M.

Nous adoptons comme substance étalon de l'action insecticide de contact l'isomère γ de l'hexachlorocyclohexane.

Ce corps a été préparé par cristallisation fractionnée dans l'éther

d'un H. C. H. technique. Il a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'éther. Il fond à 112° 5.

Nous avons fait de très nombreuses déterminations avec cette substance ; les résultats en sont rassemblés dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

Mortalités des Calandra granaria traités par γ H.C.H.

Concentrations p. cent	Lg. concentrations × 10^4	Mortalités p. cent	Moyenne	Probits
0,0004	0,602	16		
0,0004	0,602	16		
0,0004	0,602	18		
0,0004	0,602	18	17	4,05
0,0006	0,778	28		
0,0006	0,778	36		
0,0006	0,778	40	34,7	4,60
0,0008	0,903	29		
0,0008	0,903	41		
0,0008	0,903	42		
0,0008	0,903	42		
0,0008	0,903	45		
0,0008	0,903	45		
0,0008	0,903	46	41,4	4,78
0,0009	0,954	44		
0,0009	0,954	44		
0,0009	0,954	48		
0,0009	0,954	52		
0,0009	0,954	54		
0,0009	0,954	56		
0,0009	0,954	56		
0,0009	0,954	56	51,2	5,03
0,0010	1 000	57		
0,0010	1 000	57		
0,0010	1 000	59		
0,0010	1 000	61		
0,0010	1 000	61		
0,0010	1 000	62	59,5	5,24
0,0012	1 079	70		
0,0012	1 079	70		
0,0012	1 079	77		
0,0012	1 079	83		
0,0012	1 079	83	76,6	5,73
0,0014	1 146	52		
0,0014	1 146	56		
0,0014	1 146	60		
0,0014	1 146	64		
0,0014	1 146	68	60,0	5,25
0,0016	1 204	86		
0,0016	1 204	96		
0,0016	1 204	98		
0,0016	1 204	100	95,0	6,64
0,0020	1 301	84		
0,0020	1 301	92		
0,0020	1 301	92		
0,0020	1 301	96		
0,0020	1 301	96		
0,0020	1 301	100	93,3	6,50

Les figures 3 et 4 représentent respectivement la courbe de mortalité et la droite de régression tracée à vue avec les données transformées.

La courbe de mortalité du γ H. C. H. sera prise comme courbe étalon dans la comparaison des actions insecticides de contact.

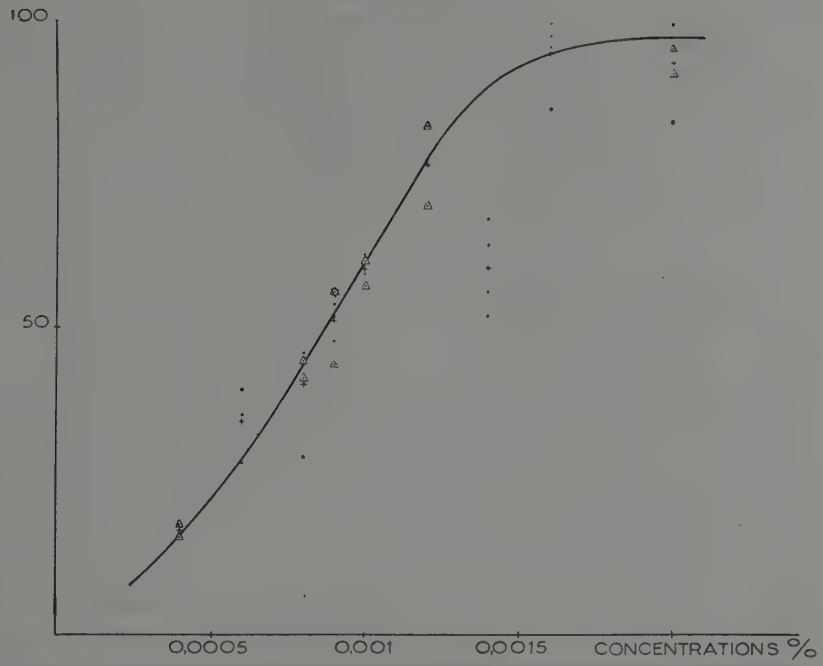


FIG. 3. — Courbe des mortalités de *Calandra granaria*, traités par l'isomère γ de l'H.C.H.

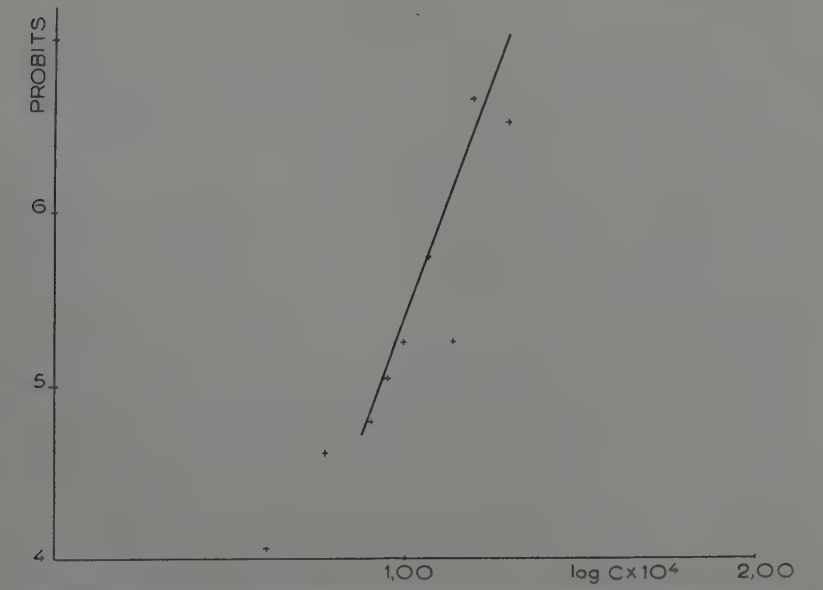


FIG. 4. — Droite des probits correspondant à la courbe des mortalités de *Calandra granaria*.

La dose léthale médiane déduite de la courbe de mortalité est : 0,00087 et celle résultant de la droite des probits-log. concentrations : 0,00087.

Nous adopterons la concentration de : 0,00087 *p. cent comme unité de l'action insecticide de contact*, l'insecte test étant *Calandra granaria*.

VII. — Résumé.

Nous avons décrit une méthode simple, permettant une mesure relative de l'action insecticide de contact par immersion des insectes *(Calandra granaria)*.

Nous avons analysé l'influence que quelques facteurs pouvaient avoir sur les résultats : temps d'immersion, influence du solvant, importance du lot, influence de la température, origine et état du lot d'insectes. Tous ces facteurs doivent être fixés avec précision. Cette méthode, qui n'exige aucun matériel spécialisé, peut être utilisée pour les dosages biologiques de constituants actifs d'insecticides, toutes les fois où on ne dispose pas de méthodes ou d'appareils permettant des dosages chimiques, précis et rapides.

(Reçu le 15 *novembre* 1950.*)*

BIBLIOGRAPHIE

(1) Tattersfield (F.). — Biological methods of testing insecticides. *Ann. appl. biol.* 26, p. 365-384, 1939.

(2) Tattersfield (F.) et Potter (C.). — Biological methods of determining the insecticidal values of pyrethrum preparations. *Ann. appl. biol.*, 30, p. 259-279, 1943.

(3) Raucourt (M.), Trouvelot (B.) et Bégué (H.). — L'essai d'efficacité des produits antidoryphoriques. *Ann. Ep.*, 5, p. 51-83, 1939.

(4) Bégué (H.). — Perfectionnement de la méthode de laboratoire pour l'essai des produits antidoryphoriques à employer par poudrage. *Ann. Ep.*, 12, p. 347-357, 1946.

(5) Dupire (A.) et Raucourt (M.). — Un insecticide nouveau, l'hexachlorure de benzène. *C.R. Acad. Agr.*, 29, p. 470-472, 1943.

(6) Raucourt (M.). — La détermination des doses toxiques de certains produits envers le Doryphore. *Ann. Ep.*, 7, p. 129-133, 1941.

(7) Launoy (L.). — Notions de Pharmacodynamie. Leçons sur la toxicité, p. 17 et 20. Baillère, Paris, 1935.

(8) Mac Intosh. — A dipping apparatus for estimating the toxicity of insecticides in liquid media. *An. appl. biol.*, 34, 233-239, 1947.

(9) Craufurt-Benson (H.J.). — An improved method for testing liquid contact insecticides in the laboratory. *Bull. ent. Res.* 29, p. 41-56, 1938.

(10) Finney (D.J.). — Probit analysis. Cambridge University Press, 1947.

(10 *bis*) Lamotte (M.). — Introduction à la biologie quantitative. Masson, édit., Paris, 1948.

PASSAGE DE L'ARSENIC DANS LE VIN DE VIGNES TRAITÉES A L'ARSÉNIATE DE CHAUX

par

M. RAUCOURT
Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie de Versailles

et

E. SICK
Directeur de la Station de Recherches Viticoles et Œnologiques de Colmar.

Généralités. — La possibilité de passage de l'arsenic dans le vin, à la suite des traitements insecticides de la vigne par les arsenicaux, a donné lieu à de nombreuses controverses et expériences à la fin du XIX^e^ siècle et au début du XX^e^. Nous ne ferons pas l'historique de cette question, qui a été remarquablement exposée par G. A. PIGUET en 1936 (2). La conclusion de cet auteur est qu'à la suite des traitements arsenicaux normaux, les grains de raisin ne conservent pas plus de 0,8 mg d'As par kg. Dans les moûts, on retrouve en moyenne 1 mg d'As par litre. Les lies retiennent la plus grande partie du poison et en donnent à l'analyse jusqu'à 10 mg par kg. Enfin, le vin prêt à la consommation comporte des teneurs moyennes de 0,025 à 0,05 mg d'As par litre.

En France, l'emploi des arsenicaux en viticulture, depuis une cinquantaine d'années, a confirmé les conclusions optimistes de PIGUET. La législation en vigueur depuis 1916 a d'ailleurs veillé à empêcher tout emploi abusif des arsenicaux. Elle prévoit que ces produits ne seront appliqués sur la Vigne en cours de végétation que sous forme de bouillie ; seuls, les arsenicaux insolubles seront utilisés ; les traitements ne pourront pas avoir lieu plus tard que la véraison. L'application de cette réglementation a donné des résultats favorables. Lorsque les viticulteurs s'y conforment, le vin ne renferme pas plus de 1 mg d'As par kg, et presque toujours beaucoup moins : les traitements arsenicaux des Vignes pratiqués conformément à la loi n'ont jamais entraîné d'empoisonnement. Dans les cas où des intoxications graves ont pu être attribuées au vin, il s'agissait d'accidents ou de négligences graves : vin enfermé dans des fûts ayant contenu de l'arséniate, pressoir souillé par un produit à base d'arsenic soluble, etc.

Que faut-il penser des chiffres que nous venons d'indiquer, en ce

qui concerne l'hygiène des consommateurs? La question a été largement étudiée aux Etats-Unis, où les traitements arsenicaux sur fruits et légumes ont présenté un grand développement. Les hygiénistes américains ont estimé pendant longtemps que les teneurs en arsenic qui peuvent être tolérées dans les matières alimentaires, comme étant inoffensives pour les consommateurs, sont au maximum de 1 mg d'As par kg (exactement 0,01 grain d'As^2O^3 par ivre) (1). Cette « tolérance » a tendance à être admise d'une façon universelle et les vins provenant de Vignes françaises traitées normalement y sont conformes.

Cas de l'arséniate de chaux. — Le législateur français de 1916, en parlant des composés arsenicaux insolubles, pensait surtout à l'arséniate de plomb, seul insecticide de ce type employé en France à cette époque. Cette situation n'a pas évolué pour la viticulture jusqu'en 1940, mais à partir de cette date, la pénurie de plomb a poussé au remplacement de l'arséniate de plomb par l'arséniate de chaux dans plusieurs traitements insecticides.

Ceci posait un problème nouveau en ce qui concerne le passage de l'arsenic dans le vin. En effet, il a été reconnu que l'arséniate de plomb (comme probablement les arséniates de métaux lourds) est insolubilisé dans les moûts de raisin à réaction acide. C'est ce que traduisent les chiffres de Piguet et ceux de nombreux expérimentateurs qui retrouvent dans les lies des quantités d'arsenic relativement considérables, et seulement des traces dans le vin terminé.

L'arséniate de chaux se comporte de façon différente : il a tendance à se solubiliser dans les liquides de *p*H inférieur à 6 et à libérer de l'acide arsénique. Il était donc à craindre que son emploi en viticulture n'entraînât des conséquences beaucoup plus sérieuses que celui de l'arséniate de plomb.

Nous pensons en effet que ce facteur, solubilité dans les moûts, est celui qui conditionne avant tout le passage de l'arsenic dans le vin. Les composés arsenicaux appliqués sur les plantes en cours de végétation peuvent être éliminés par plusieurs causes, dont les principales sont le lavage par l'eau de pluie et le développement des plantes. Nos essais sur les arbres fruitiers ont montré que les spécialités insecticides modernes possèdent une grande adhérence sur les plantes et sont difficilement lavés par la pluie. L'arsenic déposé sur les fruits diminue en valeur relative dans la mesure où ceux-ci grossissent, mais varie assez peu en valeur absolue (3).

Il est légitime de transposer ces résultats sur la Vigne et de dire que, si on a déposé une certaine quantité d'arsenic sur des grappes de raisin déjà formées, on doit s'attendre à ce qu'une notable partie de cet arsenic se retrouve dans les moûts au début de la vinification. Si l'élément toxique devient ou reste insoluble dans ce milieu acide, le

(1) Plus récemment, l'Administration des Etats-Unis a admis la présence de 2,7 mg d'As par kg d'aliments.

vin n'en contiendra que des quantités négligeables ; si, au contraire, il s'y dissout en proportion notable, le vin pourra renfermer une quantité dangereuse d'arsenic.

Expérience réalisée. — Nous avons cherché à vérifier sommairement cette hypothèse en procédant à des dosages d'arsenic dans des vins provenant de parcelles de Vigne traitées à différentes époques par des bouillies à l'arséniate de chaux. Le produit choisi était un arséniate de chaux du commerce contenant 27,5 p. cent d'As, employé à raison de 500 g par hl. Dans deux parcelles, la bouillie a été appliquée dans les limites prévues par la loi ; dans une troisième parcelle, un second traitement a été fait près d'un mois après cette limite. Voici le résumé des traitements effectués.

a) *Traitement arsenical conforme à la loi :*

Parcelle 1 : une bouillie arsenicale contenant 137,5 g d'As par hl, le 22 juillet 1948.

Parcelle 2 : une bouillie bordelaise arsenicale contenant par hl 250 g de cuivre et 137,5 g d'As, le 22 juillet.

b) *Traitement arsenical trop tardif :*

Parcelle 3 : deux pulvérisations arsenicales à 137,5 g d'As par hl, appliquées la première le 22 juillet, la seconde le 16 août.

c) *Traitement non arsenical sèrvant de témoin :*

Parcelle 4 : une bouillie au D. D. T. contenant 80 g de matière active par hl, appliquée le 22 juillet.

Dosages d'arsenic. — La vendange a eu lieu le 29 octobre. On a récolté, dans chaque parcelle, le rang du milieu et on en a vinifié le raisin séparément.

Les dosages d'arsenic ont porté :

a) Sur le vin en fin de fermentation (25 novembre) ;

b) Sur les lies ;

c) Sur le vin au moment de la mise en bouteille (4 mars).

Les dosages ont été effectués suivant la méthode de Cribier (1), après minéralisation portant sur des échantillons de 10 cm^3 ou plus pour les vins et de 5 cm^3 ou plus pour les lies. Ces prélèvements ont d'abord été additionnés de 2 cm^3 d'acide nitrique pur ; on a concentré avec précaution, puis ajouté 2 cm^3 d'acide sulfurique exempt d'arsenic. On a continué à chauffer et, lorsque le liquide commençait à brunir, ajouté de petites quantités successives d'acide nitrique, jusqu'à destruction complète des matières organiques.

Le tableau suivant indique les résultats obtenus.

Arsenic trouvé dans les vins après traitement à l'arséniate de chaux (en mg d'As par litre) :

Traitements effectués	Vin en fin de fermentation	Vin à la mise en bouteille	Lies
Parcelle 1 : Un traitement arsenical :	16,6	3,75	105
Parcelle 2 : Un traitement cupro-arsenical :	3	1,12	33
Parcelle 3 : Deux traitements arsenicaux, dont un tardif :	25,5	15	150

Par suite d'un accident expérimental, les produits de la parcelle témoin n'ont pu être utilisés. Pour avoir une idée de la teneur en arsenic des vins provenant de Vignes non traitées à l'arsenic, nous avons analysé plusieurs vins des vignobles du Centre de Recherches agronomiques de Colmar, où aucune application arsenicale n'est pratiquée d'ordinaire. Les résultats suivants ont été obtenus :

Teneurs en As par litre de vin, pour 5 échantillons : traces, 0,08 mg, 0,08 mg, 0,10 mg, traces.

Teneur moyenne : 0,05 mg d'As par litre.

L'importance des pluies au cours de l'expérience peut être caractérisée par les chiffres ci-après :

Entre le 22 juillet (1er traitement arsenical) et le 16 août (2e traitement arsenical) : 82,2 mm de pluie.

Entre le 16 août (2e traitement) et le 29 octobre (vendange) : 133,8 mm de pluie.

La période des essais a été plus humide que la normale. Cette constatation ne peut que renforcer la valeur des résultats obtenus.

Conclusions. — Une expérience effectuée au vignoble, sur le passage dans le vin de l'arsenic déposé sur les Vignes par les pulvérisations arsenicales, a donné les indications suivantes :

1° L'application d'une bouillie à l'arséniate de chaux, effectuée dans les délais légaux, laisse subsister dans le vin des quantités d'arsenic qui varient largement, mais qui semblent dépasser fréquemment la limite de 1 mg d'As par litre, généralement admise par les hygiénistes comme non dangereuse.

2° Lorsque les traitements à l'arséniate de chaux sont poursuivis au-delà de la limite légale, la teneur du vin en arsenic augmente considérablement et devient inquiétante.

3° Dans le cas de l'arséniate de chaux, une grande partie de l'arsenic restant sur le raisin au moment de la vendange se retrouve dans les lies. La solubilisation de ce composé en milieu acide n'est donc que partielle.

Les résultats d'une expérience unique ne sauraient épuiser la question des traitements arsenicaux de la vigne. Il nous paraissent cependant de nature à justifier une interdiction légale des traitements à l'arséniate de chaux sur les Vignes en cours de végétation.

(Reçu le 27 novembre 1950.)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Cribier (J.). — Sur la recherche de l'arsenic disséminé dans les médicaments chimiques. *Th. Doct. Pharm.*, 128 p., Paris, 1921.

(2) Piguet (G.A.). — La teneur en arsenic des produits de Vignes traitées aux sels arsenicaux. *Ann. agr. Suisse*, p. 908-950, 1936.

(3) Raucourt (M.). — Les dépôts d'arsenic dans les prés-vergers à la suite des traitements insecticides. *Ann. des Epiph.*, t. 4, p. 589-598, 1938.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

UTECH (N.M.) et JOHNSON (J.). — **The inactivation of plant viruses by substances obtained from bacteria and Fungi** (L'inactivation des virus des plantes par des substances extraites de Bactéries et de Champignons). *Phytopathology*, 40, 3, p. 247-265, 1950.

Les inactivations étudiées ne correspondent pas nécessairement à une destruction du virus : il s'agit d'une chute du pouvoir infectieux qui, dans certains cas, peut se montrer réversible. De très nombreuses espèces de Bactéries et de Champignons tant saprophytes que phytopathogènes, ont été étudiées. Les épreuves étaient réalisées la plupart du temps contre le virus de la Mosaïque du Tabac. Quelques autres virus ont néanmoins été éprouvés avec certains extraits. Le virus et l'extrait éprouvés étaient mélangés avant l'épreuve d'un hôte hypersensible. L'inactivation était appréciée par numération des lésions locales d'après la formule :

$$\frac{(\text{Nombre de lésions du virus brut} - \text{Nombre de lésions du virus traité})\ 100}{\text{Nombre de lésions du virus brut.}}$$

Tous les Basidiomycètes étudiés inactivaient le virus de la Mosaïque du Tabac a un degré élevé souvent supérieur à 90 p. cent. La Morille était comparable aux meilleurs Basidiomycètes avec une inactivation de 99 p. cent. Les Ascomycètes inférieurs et Imperfecti donnaient des résultats plus irréguliers. Beaucoup de Phycomycètes donnaient une inactivation de 90 p. cent.

La composition du milieu nutritif, la température, la durée de croissance affectent le pouvoir inactivant. En général la température optimum de croissance de l'organisme était la plus favorable à la production de l'inactivateur. Dans la plupart des cas l'inactivateur atteignait son maximum de concentration quelque temps après la phase de croissance rapide du Champignon et se maintenait à un niveau élevé pendant une période de temps considérable.

La comparaison de l'action sur plusieurs virus montre que plusieurs substances entrent en jeu dans bien des cas. Les auteurs notent par exemple que l'extrait brut de *Coprinus micaceus* inactive d'une façon à peu près comparable les virus de la Mosaïque du Tabac, du Ring-spot et du Streak du Tabac, du virus X de la Pomme de terre (potato ring-spot), de la Mosaïque du Concombre et de la Mosaïque du Chou. Par contre un extrait obtenu par évaporation à 100° (réduction du volume au 1/10) est tout aussi actif contre le virus de la Mosaïque du Tabac tandis que les cinq autres virus résistent et parfois même sont stimulés.

Des essais de séparation et de purification des meilleurs inactivateurs ont été tentés. Les précipités obtenus avec l'alcool pouvaient être redissouts dans l'eau et conservaient toute l'activité de l'extrait initial. L'inactivateur du *Bacterium Stewarti* était précipité sans perte d'activité par l'acide chlorydrique N/20 au *p*H 4,5.

Bien que résistant à de courts traitements à 100° les inactivateurs de *B. Stewarti* et *Aerobacter aerogenes* perdaient leurs propriétés lorsque ceux-ci étaient prolongés. Par contre, l'inactivateur du *Coprinus micaceus* résistait dans ces conditions. Tous trois perdaient une partie de leur activité par dessiccation.

Certains de ces inactivateurs étant faciles à obtenir en grande quantité, peuvent être utile pour les études sur l'inactivation, la séparation des virus dans les mélanges et la lutte contre les maladies à virus des plantes et des animaux. P. L.

ROSS (A.F.). — **Unrelatedness of Potato virus Y and Cucumber mosaic virus** (Absence de relations entre le virus Y de la Pomme de terre et le virus de la Mosaïque du Concombre) *Phytopatho*, 40, 5, p. 444-452, 1950.

L'infection par le virus de la Mosaïque du Concombre ne protège pas les plantes contre le virus Y. En particulier les lésions locales du virus Y se forment normalement sur des *Physalis floridana* infectés par le virus de la Mosaïque du Concombre. A l'inverse, l'infection par le virus Y ne protège pas contre le virus de la Mosaïque du Concombre.

Au point de vue sérologique les relations entre les deux virus indiqués par CHESTER avec la technique de la précipitine, n'ont pu être confirmées par TALL qui travaillait avec la méthode, plus sensible, de fixation du complément. BAWDEN et SHEFFIELD n'ont pas réussi non plus à observer des réactions sérologiques croisées. P. L.

PIERCE (C.) et BREON (W.S.). — **The Ring-spot type of Potato virus X** (Le type ring-spot du virus X de Pomme de terre). *Am. Potato Journ.*, XXVI, 12, p. 432-435, 1950.

Une grave maladie provoquée par le type Ring-spot du virus X a été observée dans le

Wisconsin sur les Pommes de terre de semence (var. *Chippewa, Sebago, Red Warba, Pontiac* et *Katahdin*). Les plantes infectées présentent une Mosaïque accompagnée de nécroses ou même une nécrose de sommet (top nécrosis). Les symptômes présentés par les hôtes différentiels sont décrits.

La durée de conservation, la limite de dilution et la résistance à la chaleur étaient identiques dans tous les types de Ring-spot étudiés. Un type de virus X ne provoquant pas de Ring-Spot et isolé du *Russet Rural* protégeait le *Datura Tatula* contre toutes les souches de « Ring-spot ». Une souche isolée du *Capsicum annuum* était dépourvue d'une fraction antigénique existant chez 10 souches isolées de la Pomme de terre. Un type Ring-spot isolé de *Red Warba* infectait toutes les Solanées éprouvées, 4 espèces de Labiées (*Salvia lancaefolia* Poir, *Nepeta cataria L., Ocimum basillicum L., Satureja hortensis* L.), 10 espèces de Scrofulariacées (*Veronica orchidea* Crantz, V. *serpyllifolia* L., *V. Teucrium L., V. longifolia L., Linaria cymbalaria* Mill, L. *bipartita* Willd, L. *marocana* Hook, L. *vulgaris* Hill, *Digitalis lanata* Ehrh, D. *ambigua* Murr) et 4 espèces d'Amaranthacées (*Amaranthus caudatus* L., *A. hybridus* L., *A. retroflexus* L., A. *tricolor* L.).

Un type Ring-spot était transmissible par Cuscute.

Des inoculations au champ furent réalisées sur 41 variétés de Pommes de terre et des symptômes graves se développèrent sur les plus récemment introduites. En deuxième génération, les symptômes restaient graves. La troisième année, leur gravité diminuait et le virus était atténué.

Les plantes des variétés anciennes étaient toutes porteuses d'un virus X atténué et ne développèrent pas de symptômes après inoculation. *Pontiac* et *Katahdin* présentaient en plus de la Mosaïque et de la Frisolée une grave nécrose généralisée. *Ontario, Chippewa* et *Sebago* présentaient une mosaïque avec peu de nécroses. Certaines plantes de ces variétés, bien qu'infectées par une souche atténuée répondaient à l'inoculation, ceci en raison de la lenteur de l'expansion de la souche atténuée dans les parties aériennes. Les épreuves sur germes et jeunes plantes peuvent donc ne pas rendre compte de la présence du virus X.

P. L.

KNIGHT (C.A.). — **The nature of some of the chemical differences among strains of Tobacco mosaic virus** (La nature de certaines différences chimiques entre souches du virus de la Mosaïque du Tabac). *J. Biol. Chem.*, 171, 1, p. 297-308, 1 pl., 1947.

Essais chimiques et microbiologiques sur 19 amino-acides (8 souches étudiées). Une seule souche (rib-grass strain de Holmes) contenait de la méthionine et de l'histidine. Les autres présentaient des différences relatives à la proportion des divers amino-acides. D'une manière générale, plus une souche se montrait biologiquement distincte de la souche type, plus sa constitution chimique s'en éloignait. La souche J 14 D, supposée (très arbitrairement) dérivée de la souche type par deux mutations, en diffère à deux points de vue relativement à sa constitution.

P. L.

GIDDINGS (N.J.). — **Some interrelationships of virus strains in sugar-beet Curly-top** (Certaines relations, entre les souches de virus dans le Curly-top de la Betterave à sucre). *Phytopatho*, 40, 4, p. 377-388, 1950.

Etude intéressante car elle explique probablement les faits d'atténuation et de restauration de virulence chez le virus du Curly-top de la Betterave à sucre.

Les essais de l'auteur ont porté sur 7 souches différentes. Il n'y a pas prémunition croisée. Une plante infectée par une souche virulente peut être contaminée par une souche faible et réciproquement. (La présence de la 2e souche est mise en évidence par inoculation d'une plante hôte résistante à la première.) Les souches virulentes 1 et 3 posent un problème intéressant. Une plante sensible infectée par la souche 3 est difficile à inoculer par la souche 1 tandis que chez une plante résistante infectée par la souche 3 l'inoculation de la souche 1 est plus aisée que sur une plante vierge. La première observation est explicable par un mécanisme de compétition. La seconde est difficile à interpréter. L'auteur suppose soit que la souche 1 utilise un matériel inutilisable par 3, soit qu'elle utilise mieux un matériel utilisable par toutes deux, soit qu'elle est moins sensible que la souche 3 à un inhibiteur existant chez les variétés résistantes.

L'auteur confirme l'opinion de FREITAG et de WALLACE selon laquelle le virus ne se multiplie pas dans l'organisme de l'insecte vecteur.

Le fait qu'une souche peu virulente peut être extraite d'une plante infectée par un mélange de souches et présentant des symptômes graves explique les atténuations observées par les auteurs antérieurs. De même le fait que dans certains cas une souche virulente peut être extraite de plantes présentant des symptômes faibles.

Une Cicadelle porteuse de 2 ou 3 souches différentes peut lorsqu'on la dépose sur des plantes sensibles, provoquer l'apparition des symptômes d'une souche sur certaines plantes et d'une autre sur d'autres plantes, mais les deux ou trois virus sont effectivement présents car on peut les inoculer avec succès aux hôtes différentiels. Il arrive que les plantes inoculées avec de tels mélanges présentent d'abord les symptômes de la souche la moins virulente pendant deux ou trois semaines avec apparition subite des symptômes graves au bout de ce temps.

L'auteur a déjà montré (1944) que les souches sont très stables. Les mutations ne peuvent être considérées comme impossibles, mais doivent être rares dans les conditions normales.

P. L.

SYLVESTER (E.S.). — **Serial transmission of Beet-mosaic virus by the Green peach aphid** (Transmission en série du virus de la Mosaïque de la Betterave par le Puceron vert du Pêcher). *Phytopatho.*, XL, 8, p. 737-742, 1950.

L'augmentation du nombre de repas infectants sur des plantes malades n'accroît pas le pouvoir infectieux de l'insecte, tandis qu'une série de pénétrations du stylet dans la feuille d'une même plante saine augmente les chances de contamination de cette dernière. Dans une population de pucerons infectieux, 90 p. cent d'entre eux peuvent effectuer au maximum deux contaminations, mais si on les transfère d'une plante saine à l'autre, il est impossible de prédire laquelle sera contaminée, on sait seulement que les chances de contamination diminuent de l'une à l'autre. Ceci peut être expliqué par la théorie de l'inactivation de WATSON et ROBERTS. Il faut cependant admettre que l'inactivation se produit aussi bien lorsque l'insecte se nourrit sur une plante saine.

Au point de vue pratique, il est important de constater combien le pouvoir de transmission du virus est limité. P. L.

HARTSUIJKER (K.). — **De vergelingsziekte der Bieten** (La jaunisse de la Betterave). *Maandbl. Landb Voorl.*, 6, 3-4, p. 166-169, 1949. *R.A.M.*, XXIX, 3, p. 132, 1950.

Réduction de la récolte en sucre de l'ordre de 25 p. cent à 30 p. cent en cas d'infection précoce généralisée. Les Betteraves ayant passé l'hiver sont les seules sources importantes de virus où des observations de 5 années auront montré qu'il hiverne avec son vecteur (*Myzus persicæ*) dans les silos de Betteraves fourragères. L'expansion de la maladie dans les champs dépend du temps : un petit nombre de jours chauds et secs en fin juin permet le développement d'ailés qui sont les agents les plus actifs pour la transmission de la Jaunisse. Toutes les variétés cultivées en Hollande sont sensibles. P. L.

SYLVESTER (E.S.). — **Transmission of Brassica nigra virus by the green peach aphid** (Transmission d'un virus de la Moutarde noire par le Puceron vert du Pêcher). *Phytopatho*, XL, 8, p. 743-745, 1950.

Le virus de la « squash mosaic » a déjà été isolé et étudié au microscope électronique (Takahashi et Rawlins, 1947). Les particules sont sphériques et ont 30 mμ de diamètre, ce qui indique que certains des virus transmissibles par des Pucerons ont une forme arrondie. Néanmoins, ce virus est un peu anormal puisque Freitag a montré qu'il est transmis par des Coléoptères aussi bien que par des Pucerons.

TAKAHASHI (1949) a pu étudier la morphologie du virus de *Brassica nigra*. Celui-ci se présente sous la forme de particules longues et flexueuses analogues à celles du virus X de la Pomme de terre. Ceci montre que la forme de ces particules ne s'oppose pas à la transmission par les pucerons.

Le *M. persicæ* peut acquérir une charge infectieuse en 6 à 10 sec. sur une plante malade et peut inoculer une plante saine pendant les 5 premières secondes de l'épreuve d'inoculation. En utilisant les valeurs optimums pour les seuils d'acquisition et d'inoculation du virus, on trouve un seuil de transmission moyen de 1 min. environ et un minimum un peu supérieur à 30 sec. P. L.

FULTON (J.P.). — **Studies on strains of Cucumber virus 1 from spinach** (Étude de souches du virus 1 du Concombre en provenance de l'Epinard). *Phytopatho.*, XL, 8, p. 729-736, 1950.

Huit virus se développent, dans les champs, sur l'Epinard aux Etats-Unis : virus de la Mosaïque du Concombre, de la jaunisse des Reines Marguerites, du Curly-top de la Betterave, de la Mosaïque de la Betterave, du spotted wilt de la Tomate, du « yellow dwarf » de l'Epinard, de la « western mosaic » du Concombre et du « calico » du Céleri. Dans l'Arkansas, le virus de la Mosaïque (virus 1) du Concombre, causant la maladie du « spinach blight » est prédominant. Les symptômes observés dans les champs étant très variables, on a recherché si un ou plusieurs virus étaient à l'origine des dégâts. L'auteur étudie dans ce mémoire six virus isolés dans un champ d'Epinards.

Des épreuves de prémunition croisées ont été réalisées sur *Vigna sinensis* et *Zinnia*, hôtes donnant à la fois une infection générale et des lésions nécrotiques locales. Tous les virus isolés étaient des souches du virus 1 du Concombre. La température d'inactivation était toujours comprise entre 65° et 70°. P. L.

GRAM (E.). — **Experiments with a mosaic of Shallots** (Expériences sur une Mosaïque des Echalotes). *Tij. over Plantenzick.* 55, p. 150-152, 1949.

Cette maladie est connue au Danemark depuis plus de 30 ans et avant l'établissement de l'inspection des cultures atteignait parfois 50 p. cent des plantes. Les plantes sont petites à feuilles molles, tordues et présentent des lignes jaunes.

La maladie est causée par l'*Allium virus* 1. Le traitement des bulbes par la chaleur sèche à 40° pendant 24 h ou à 45° pendant 8 h est sans effet.

En 1948, la section des Oignons du Juttland inspecta les Echalotes de 225 cultivateurs ayant planté 35 000 kg d'Echalotes pour la multiplication. Un tiers des lots était indemne de Mosaïque. Tout lot présentant plus d'un demi pour cent de Mosaïque (total des pourcentages de la première et de la seconde visite) était rejeté.

Le pourcentage d'infection des cultures augmente nettement lorsqu'on se rapproche des foyers de contamination et lorsqu'on retarde les dates d'arrachage. L'effet des épurations sanitaires est très net. P. L.

ZOOLOGIE AGRICOLE

MORBACH (J.). — **Vögel der Heimat : Band 2 (XI) Familien der Stelzen, Baumläufer, Kleiber, Meisen, Würger und Seidenschwanze. Band 3 (XII). Familien der Fliegenschnäpper, Braunellen, Schlüpfer und Schwalben** (Les oiseaux du Pays (Volume 2 : Familles des Motacillidés, Certhiidés, Sittidés, Paridés, Laniidés et Bombycillidés). *Esch sur Alzette, Luxembourg*, 248 p. 1940 (Volume 3 : Famille des Muscipadés, Prunellidés, Troglodytidés et Hirundunidés.) *Esch sur Alzette, Luxembourg*, 304 p. 1943.

Ces deux volumes font suite au volume 1 paru en 1939 qui traitait des Corvidés, Sturnidés, Fringillidés et Alaudidés. En tête de chaque famille, l'Auteur donne la définition de la famille et des genres puis une clé pour la détermination des espèces. Il traite séparément chacune des espèces représentées au Luxembourg, y compris celles qui y ont été trouvées accidentellement. Il donne la synonymie, fait la description de l'espèce ou sous-espèce et indique la répartition géographique, les grands traits de la biologie, les caractéristiques du chant, les données relatives à la reproduction et résume brièvement nos connaissances sur son régime alimentaire et son rôle en Agriculture. Chaque fois que possible, l'Auteur donne des indications précieuses sur la façon de réaliser une protection efficace de l'espèce ou groupe d'espèces.

Mais ces livres ne sont pas qu'un traité d'Ornithologie écrit par quelqu'un qui connaît bien les Oiseaux. Ils sont en outre un recueil de documents très précis. En effet, l'Auteur mentionne souvent des observations faites par lui-même ou d'autres ornithologistes durant plusieurs années consécutives et qui sont pour la plupart inédites. C'est ainsi que nous trouvons transcrit dans ce travail des mensurations de séries d'œufs, des séries de dates de reproduction, d'indications sur les couvées successives, sur le nombre de petits et sur le nourrissage des jeunes.

Cette documentation donne à ces livres un intérêt tout particulier et très général.

J. G.

HARTLEY (P.H.T.). — **The assessment of the food of Birds** (Les bases de la détermination du régime alimentaire des Oiseaux). *The Ibis*, vol. 90, p. 361-381, 1948.

L'Auteur considère que le régime alimentaire de beaucoup d'Oiseaux est connu qualitativement de manière satisfaisante quand on utilise à cette fin tous les moyens d'investigations connus (contenus stomacaux, pelotes de réjection, déjections, observations, etc..). Mais parmi les méthodes utilisées pour la mesure relative en poids ou en volume des composants du régime alimentaire, aucune n'est suffisamment satisfaisante pour qu'on puisse la préférer aux autres. Aussi, doit-on s'appliquer à publier les résultats de telles façons qu'ils puissent facilement être repris par les autres chercheurs. Notre méconnaissance profonde des lois écologiques fait que, sauf dans quelques cas exceptionnels, nous ne sommes pas en mesure de nous prononcer de façon ferme sur la valeur économique d'une espèce.

J. G.

NESTLER (R.B.). — **Nutrition of Bobwhite Quail** (L'alimentation de la Caille d'Amérique). *Journ. Wildlife Managt*, vol. XIII, nº 4, p. 342-358, 1949.

L'Auteur a établi les teneurs en protéine, phosphore, calcium, chlorure de sodium et vitamine A des régimes alimentaires de reproduction, de croissance et d'entretien hivernal qui conviennent à la Caille d'Amérique ou Colin de Virginie. Des formules de régime alimentaire sont données.

J. G.

WORTELAERS (F.). — **De Havik als nest plunderaar en enkele gegevens in verband met de aard van zijn prooien** (L'autour comme pilleur de nids et quelques données relatives à la composition de sa nourriture). *Le Gerfault*, 40e, nos 1-2, p. 17-27, 1950.

D'après les observations de l'Auteur qui ont été faites durant 30 années dans une forêt belge, l'Autour attaque souvent les nids des Oiseaux pour y capturer la couveuse ou les jeunes. Il semble qu'il y ait un équilibre dynamique entre la population d'Autour et celle des Éperviers, Faucons hobereaux, Crécerelles, Bondrées, Buses, Hulottes, Corneilles noires, Choucas et Ramiers.

J. G.

MITCHELL (R.T.). — **Effects of D.D.T. spray on Eggs and Nestlings of Birds** (Effets des émulsions de D.D.T. sur les œufs d'oiseaux et sur leurs jeunes). *Journ. Wildlife Managt.*, vol. X, nº 3, p. 191-194, 1946.

34 nids contenant des œufs appartenant à 11 espèces d'oiseaux et 38 contenant des jeunes de divers âges appartenant à 12 espèces furent utilisés pour les essais. Respectivement 17 et 10 nids furent traités à l'aide d'un atomiseur à main à une dose qui correspond à l'épandage de 5 livres de D.D.T. à l'acre soit 6,1 kg à l'ha ; les autres nids servaient de témoin. On n'observa rien d'anormal dans le développement des œufs et des jeunes ; aucun nid ne fut abandonné.

J. G.

STEWART (R.E.), COPE (J.B.), ROBBINS (C.S.) et BRAINERD (J.W.). — **Effects of D.D.T. on Birds of the Patuxent research refuge** (Effets du D.D.T. sur les Oiseaux du

refuge de recherches du Patuxent). *Journ. Wildlife Managt*, vol. X, nº 3, p. 195-201, 1946.

Une émulsion huileuse de D.D.T. a été épandue à la dose de 2 livres de D.D.T. par acre soit 2,45 kg à l'ha sur 117 acres soit 47,38 ha de forêt peuplée d'essences diverses. Le recensement des oiseaux en reproduction a été effectué juste avant et quelques jours après le traitement. L'influence du traitement a été nulle ou faible sur les oiseaux sauf peut-être à l'égard d'une Fauvette (*Setophaga ruticilla*). J. G.

HOTCHKISS (N.) et POUGH (R.H.). — **Effect on forest Birds of D.D.T. used for Gypsy moth control in Pennsylvania** (Effets sur les Oiseaux forestiers du D.D.T. employé en Pennsylvanie contre le Bombyx disparate). *Journ. of Wildlife Managt*, vol. X, nº 3 p. 202-207, 1946.

Les expériences ont été conduites près de Scranton en Pennsylvanie entre le 24 mai et le 1er juin. Deux pulvérisations par avion furent effectuées l'une sur une surface de 600 acres à la dose de 5 livres de D.D.T. par acre soit 6,1 kg à l'ha, l'autre sur une surface de 350 acres à la dose de 1 livre de D.D.T. par acre soit 1, 2 kg à l'ha.

Dans chacune de ces surfaces, une parcelle de 40 acres soit 16 ha fut choisie et le recensement des oiseaux y fut fait. Une parcelle de même superficie servit de témoin.

Sur la première surface de contrôle traitée à 6,1 kg/ha quelques oiseaux furent trouvés morts ou mourants dans les 48 h suivant le traitement. La population initiale qui était de 7,2 oiseaux à l'ha, était tombée à 1,4 le 13 juin.

Sur la deuxième surface de contrôle, traitée à 1,2 kg à l'ha, on n'a pas observé de changements significatifs dans la densité de population. J. G.

ROBBINS (C.S.) et STEWARD (R.E.). — **Effects of D.D.T. on Bird population of Scrub forest** (Effets du D.D.T. sur les Oiseaux peuplant un taillis forestier). *Journ. of Wildlife Managt.*, vol. XIII, nº 1, p. 11-16, 1949.

A Beltoville (Maryland) une émulsion huileuse de D.D.T. a été appliquée à raison de 5 livres de D.D.T. par acre, soit 6,1 kg à l'ha sur une surface de 90 acres occupée par un taillis de 5 ans. Les observations furent conduites sur deux surfaces de 30 acres soit 12 ha, situées l'une au milieu de la zone traitée, l'autre à 800 m de distance en zone non traitée. 5 espèces de petits Passereaux constituaient 77 p. cent de la population initiale. A la suite du traitement au D.D.T., les populations de ces 5 espèces ont baissé en moyenne de 65 p. cent, les variations entre espèces allant de 0 à 80 p. cent. J. G.

STICKEL (L.F.). — **Experimental analysis of methods for measuring small mammal populations** (Analyse expérimentale des méthodes de recensement des populations de petits mammifères). *Journ. Wildlife Managt*, vol. X, nº 2, p. 150-159, 1946.

Les recherches ont porté sur un petit Rongeur sylvicole, *Peromyscus leucopus*. L'Auteur présente deux méthodes permettant de calculer la densité d'une population d'après les résultats de piégeage d'animaux vivants, bagués et relâchés. Il montre que la capture à l'aide de pièges tuant les prises ne peut pas servir à une telle recherche mais que, toutefois, employée suivant une certaine technique, elle peut être utilisée pour l'évaluation relative d'une densité de population. J. G.

DOZIER (H.L.), MARKLEY (M.H.) et LIEWELLYN (L.M.). — **Muskrat investigations on the Blachwater national Wildlife Maryland 1941-1945** (Recherches sur le Rat musqué dans la réserve nationale de Blackwater, Maryland, durant les années 1941 à 1945),

Il résulte notamment des recherches des Auteurs que le meilleur rendement du piégeage est obtenu durant la deuxième quinzaine de janvier. De brèves indications sont données pour la conduite d'un élevage en liberté du Rat musqué. J. G.

DOTY (R.E.). — **Rat control on Hawaiian Sugar cane Plantations** (La lutte contre les Rats dans les plantations de canne à sucre des Hawaï). *The Hawaiian Planters' Record*, vol. XIL, nº 2, p. 71-239 et *Bull. Exp. Stat. Hawaian Sugar Planters'association*, nº 55, 1945.

Les espèces de Rats qui commettent régulièrement des dégâts dans les plantations de canne à sucre sont principalement le Surmulot (*Rattus norvegicus Erxleben*) et secondairement le Rat noir (*R.r. rattus* L.), le Rat d'Alexandrie (*R.r. alexandrinus* GEOFFROY) et le Rat des Hawaï (*R. hawaiiensis* STONE).

Après avoir apporté des précisions sur la nature et l'importance des dégâts commis par les Rats, ainsi que sur les dangers que font courir ces rongeurs à la santé de l'homme et des animaux, l'Auteur parle tout d'abord de l'emploi des gaz toxiques, de l'utilisation des virus, de la destruction des abris et couverts dans les champs et du piégeage. Ces moyens se sont révélés être inefficaces ou insuffisants.

Les méthodes de destruction par appâts empoisonnés paraissent être les seules capables de donner satisfaction. L'empoisonnement direct par épandage dans les champs d'appâts empoisonnés enveloppés dans des papillottes a été pratiqué aux Hawaï, mais il convient de lui préférer la méthode d'empoisonnement après appâtage préalable. L'auteur donne toute indication pour l'emploi de l'une et l'autre méthode et rapporte de nombreux résultats expérimentaux.

Les 100 dernières pages sont consacrées au compte rendu d'expériences menées à la fois en laboratoire et en plein champ pour étudier de façon précise certains points : la comparaison des méthodes de destruction par appâts empoisonnés, l'acceptation des appâts, la réinfestation des champs contrôlés, la détection des toxiques par les Rats, le problème des attractifs et des appétents dans les appâts, le choix des colorants à utiliser, l'efficacité comparée des divers poisons expérimentés. Une analyse des principaux travaux effectués sur chacune de ces questions vient en tête de chaque chapitre.

Nous résumons les principales conclusions de l'Auteur : l'Avoine aplatie s'est révélée être très satisfaisante ; on ne connaît pas de substances attractives mais l'huile de Maïs, et, dans une certaine mesure, l'huile de paraffine se sont révélées être de bons appétents ; le colorant à préconiser est le bleu de méthylène qui est nettement un appétent ; les deux poisons vraiment efficaces sont le Sulfate de Thallium et le Phosphure de Zinc à la dose de 2 p. mille ; l'anhydride arsénieux, le carbonate de Baryum, la Strychnine, les produits à base de Scille et le Phosphore blanc sont d'efficacité nettement inférieure en raison notamment de leur mauvaise acceptation par les Rats.

En résumé : travail remarquable aussi précieux pour le technicien que pour le chercheur. J. G.

STICKEL (L.F.). — **The source of animals moving into a depopulated area** (Origine des animaux circulant dans une surface dépeuplée). *Jour. Mammalogy*, vol. XXVII, 4 p., 301-307, 1946.

L'étude a été faite sur *Peromyscus leucopus* dans une forêt et a porté sur une surface de 17 acres. Un piégeage durant 35 nuits consécutives effectué sur toute la parcelle a permis de capturer, de marquer et de relâcher les *Peromyscus* qui y vivaient. Puis l'Auteur a procédé à leur destruction par piégeage sur l'acre central. Les captures faites ensuite sur cette surface dépeuplée ont montré que les Peromyscus qui sont venus réoccuper la place étaient en majeure partie ceux précédemment marqués et qu'ils y sont venus d'autant plus rapidement qu'ils étaient établis plus près de la surface dépeuplée. J. G.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.). — **Quelques données nouvelles sur la lutte chimique contre le Pou de San José** (*Quadraspidiotus perniciosus* **Comst.**). *C.R. acad. agr.*, 35, 280-282, 1949.

En traitement d'hiver contre le Pou de San José, les huiles jaunes contenant 2 p. cent de dinitrocrésol sont aussi actives à 2 p. cent que les huiles blanches employées à 3 p. cent. Les huiles de goudron renforcées par l'H.C.H. ou par le dinitrocrésol sont peu efficaces.

En traitement d'été, l'huile blanche contenant 10 p. cent de D.D.T. est efficace à 1 p. cent sur tous les stades larvaires et son action persiste pendant 1 mois. Cette formule n'est pas phytocide et peut être appliquée en toute saison. L'efficacité du D.D.T. est conditionnée par l'emploi d'huile blanche qui lui sert de vecteur. Les formules analogues à base d'H.C.H. ou d'ester thiophosphorique sont inférieures à la formule au D.D.T. M. RAU.

BRANN (J.L.), AVENS (A.W.) et DEAN (R.W.). — **The application of dormant oils as mists** (L'application des huiles d'hivers sous forme de brouillards). *J. econ. entom.*, 41, 180-185, 1948.

Des expériences faites dans plusieurs vergers ont montré que les émulsions d'huile appliquées sous forme de brouillards constituent un traitement efficace et économique. La quantité d'huile déposée par cm² de surface sur l'écorce des arbres est en rapport avec la quantité d'huile dépensée plutôt qu'avec la concentration de l'huile dans le brouillard.

La concentration optimum est de 25 p. cent. Au-dessus, le liquide devient trop visqueux ; au-dessous, on a l'inconvénient d'un trop grand volume de liquide à appliquer. L'huile non diluée tend à faire des dépôts massifs sur les branches basses et à y brûler les bourgeons. Relativement aux traitements classiques, cette technique économise de moitié aux deux tiers de l'huile, pour un dépôt de même importance. A dépôt égal, l'efficacité envers les œufs de Tétranyques est la même. M. RAU.

LANSADE (M.) et ANSELME (Cl). — **Essais de traitement du Rhizoctone brun de la Pomme de terre**. *C.R. acad. agr.*, 35, 82-84, 1949.

Les produits qui se sont montrés le plus efficaces sont le formol en trempage à 0,5 p. cent et certains composés organomercuriques employés également en trempage. M. RAU.

PHYTOPHARMACIE

WOELFEL (W.C.). — **Colorimetric determination of copper with carbon disulfide and diethanolamine** (Dosage colorimétrique du cuivre par le sulfure de carbone et la diéthanolamine). *Analyt. chem.*, 20, 722-724, 1948.

Un réactif à base de CS_2 et de diéthanolamine réagit avec l'ion Cu^{++} pour donner un sel jaune brun de l'acide bis (2.hydroxyéthyl) dithiocarbamique. Cette réaction peut servir de base à un dosage du cuivre. La substance colorée étant soluble dans l'eau, l'extraction par un solvant organique n'est pas nécessaire. Les métaux dont les composés sont solubles dans les mêmes conditions, Bi, Cr, Co, Fe, Hg, Ni, Ag et U, interfèrent sérieusement avec le Cu. Des procédés sont indiqués pour remédier à cet inconvénient. Les anions qui interfèrent sont : cyanure, bichromate, nitrite, sulfite. M. RAU.

LA CLAIR (J.B.). — **Determination of gamma isomer of hexachlorocyclohexane** (Dosage de l'isomère gamma de l'H.C.H.). *Analyt. chem.*, 20, 241-245, 1948.

Cette méthode, qui s'applique aux produits techniques et aux spécialités, est basée sur la déchlorhydratation de l'H.C.H. par deux procédés, dont l'un donne une décomposition moins poussée. La différence de perte de chlore, multipliée par un facteur constant, donne le pourcentage en isomère gamma. M. RAU.

ARD (I.S.). — **Detection of chlordan (octachloro-4.7. methano-tetrahydroindane) in insecticide oils spray** (Recherche du chlordane dans les émulsions d'huiles insecticides). *Analyt. chem.*, 20, 858-859, 1948.

Sous l'influence de la chaleur, de la pyridine et d'une solution alcaline alcoolique, le chlordane donne avec l'éther monoéthylique du glycol une coloration rouge intense. La deshalogénation par le sodium dans l'alcool isopropylique produit une odeur caractéristique et un brunissement fugace. M. RAU.

ROTH (R.W.). — **Compatibility of D.D.T. with commercial lime** (Comptabilité du D.D.T. avec les chaux commerciales). *J. econ. entom.*, 41, 282-287, 1948.

Une technique de laboratoire est décrite pour étudier l'effet de la chaux sur le D.D.T., lorsque les produits sont mélangés à sec et conservés ; elle utilise simultanément l'analyse chimique et des tests toxicologiques. Les essais ont été faits également avec les substances qui existent dans la chaux.

La méthode colorimétrique de SCHECHTER *et al.* s'est montrée suffisamment précise : elle permet de doser facilement 10 γ de D.D.T. Son application a montré que le mélange de pyrophyllite + carbonate de chaux et la chaux magnésienne attaquent peu le D.D.T. en 14 jours. La magnésie le décompose, mais lentement. La chaux, éteinte ou vive, décompose rapidement et presque complètement le D.D.T. en 16 jours à la température de 25°. Des essais portant sur 10 échantillons de chaux du commerce ont donné des résultats très variables. La déchlohydratation du D.D.T. par la chaux est en étroite relation avec sa toxicité envers les Pucerons vert et rose de la Pomme de terre. M. RAU.

STARK JR (F.L.). — **Investigations of chloropicrin as a soil fumigant** (Recherches sur la chloropicrine employée comme fumigant des sols). *Cornell univ. Agr. exp. st.*, mémoire 278, 61 p., 1948.

Au laboratoire, on a étudié l'adsorption de la chloropicrine par les particules des sols secs : dans le cas d'un limon sableux, les quantités adsorbées augmentent avec la finesse des particules. L'adsorption s'accroît plus vite que le diamètre moyen, mais moins vite que la surface de contact. Il y a une corrélation élevée entre la quantité de chloropicrine fixée et la teneur du sol en argile colloïdale. L'augmentation de la température et de l'humidité du sol diminue l'adsorption ; le *p*H est sans influence. Certaines matières organiques, tourbe, fumier de cheval, ne retiennent pas plus la chloropicrine que la terre sableuse. En comparant plusieurs composés volatils, on voit que les quantités adsorbées sont directement proportionnelles aux points d'ébullition. L'efficacité de la chloropicrine contre les champignons est fortement augmentée par une élévation de température ou d'humidité. Il en est de même pour l'action phytocide à l'égard des graines. Il semble que l'humidité agit sur la perméabilité des téguments et sur le métabolisme des organismes.

Les essais en serre ont montré, sur des terres plus ou moins absorbantes, que l'adsorption des gaz a un effet défavorable : plus elle est grande, plus il faut employer de produit. La sensibilité à la chloropicrine des espèces de champignons est très variable ; la plupart des champignons pathogènes du sol sont très sensibles, sauf ceux qui forment des sclérotes. Les moisissures, telles que les Mucors, sont en général résistantes. Contre les Nématodes des racines, on obtient les meilleurs résultats lorsque les galles sont décomposées et que les Nématodes sont au stade sensible de larve libre.

La surface du sol est moins atteinte par la fumigation que la profondeur, à cause de l'évaporation du produit en surface. Le maximum d'efficacité est atteint au point d'injection du liquide. Dans un sol riche en sable, les meilleures conditions de traitement correspondent à une humidité égale à 10-15 p. cent seulement de la capacité en eau, et à une température de 30°. Un arrosage fait aussitôt le traitement est toujours avantageux, surtout avec une terre poreuse ; la quantité d'eau est assez indifférente. Ce travail comporte un historique sur les études de diffusion des gaz dans le sol. M. RAU.

SHERMAN (M.) et NORTON (L.B.). — **The bioassay of gamma benzene hexachloride** (Essai biologique de l'isomère gamma de l'H.C.H.). *J. econ. entom.*, 41, 288-292, 1948.

Tribolium castaneum a été choisi comme insecte-test pour le dosage de l'isomère γ de l'H.C.H. ; il est en effet facile à élever, a une faible mortalité naturelle et donne des

résultats constants. Il est peu sensible aux autres constituants de l'H.C.H. Les insectes sont placés dans de la farine de blé contenant des doses diverses des produits à étudier. Les courbes de mortalité au bout de 8 jours sont comparées avec la ligne de régression de l'isomère γ. On en déduit la richesse du produit par la méthode statistique.

Les essais ont montré que la toxicité de l'isomère γ n'est pas modifiée par son mélange avec les autres isomères ou avec l'H.C.H. technique. Les résultats ont été comparés à ceux de l'analyse par spectrographie infra-rouge. Sur 8 échantillons commerciaux, 3 ont donné des résultats semblables, aux erreurs expérimentales près. Dans les 5 autres cas, la méthode biologique a fourni des chiffres plus élevés. L'heptachlorocyclohexane a une certaine toxicité pour le *Tribolium*. M. RAU.

MENUSAN (H.). — **Comparative toxicity of insecticides administered in various ways to several species of insects** (Toxicité comparée d'insecticides administrés par différentes voies à plusieurs espèces d'insectes). *J. econ. entom.*, 41, 302-313, 1948.

Les essais ont utilisé la Blatte *Periplaneta americana* qui a reçu les produits, soit par injection dans le sang, soit par contact, soit par voie alimentaire. Les composés sont en général le plus toxiques par injection. L'action de contact est moitié moindre que l'action par injection, sauf pour le pyrèthre qui est aussi insecticide dans les deux cas. Il y a chez la Blatte un parallélisme remarquable entre la toxicité alimentaire et la toxicité de contact ; mais les doses sont beaucoup plus élevées par ingestion. Les Blattes femelles sont toujours plus résistantes que les mâles, sauf avec l'éther dichloréthylique ; les doses toxiques par ingestion et par contact sont 3 et 4 fois plus fortes chez la femelle. Il faut donc, en cas d'essais sur une population, séparer les deux sexes.

Les insecticides étudiés étaient : la nicotine, le pyrèthre, le derris, l'arséniate de Na, l'arséniate biplombique, l'éther β β'-dichloréthylique, le fluorure de Na, l'azobenzène, le tétraborate de Na, le 4.6. dinitro-orthocrésylate de Na, le D.D.T., l'éther β. butoxy-β'. thiocyanodiéthylique, l'acétate terpinylthiocyanique, le sulfate de Cu, le soufre micronisé, le thiocyanate de lauryle.

Certains insectes réagissent très différemment de la Blatte. Le Ver à soie est plus sensible ; *Tenebrio molitor* et *Popillia japonica* sont de sensibilité égale et sont plus résistants que la Blatte. M. RAU.

SMITH (E.H.) et PEARCE (G.W.). — **The mode of action of petroleum oils as ovicides** (Le mode d'action des huiles de pétrole comme ovicide). *J. econ. entom.*, 41, 173-180, 1948.

Les auteurs ont étudié l'action des traitements aux huiles de pétrole sur la respiration des œufs de la Tordeuse orientale *Grapholita* (*Laspeyresia*) *molesta*. Ils ont utilisé le respiromètre de Warburg modifié pour fonctionner avec 100 œufs au moins.

Chez les œufs sains, la respiration est constante pendant les deux premiers tiers du développement, puis augmente fortement. L'application d'huile diminue la respiration immédiatement et de façon notable, puis celle-ci peut augmenter de nouveau, mais sans atteindre le niveau normal. La dose d'huile, la mortalité et la baisse de la respiration sont en rapport étroit. Les œufs les plus âgés sont les moins sensibles : la sensibilité diminue quand la respiration augmente à la fin du développement des œufs. Il existe une assez bonne corrélation entre la durée d'action de l'huile et le pourcentage d'éclosions. Il semble que les œufs forment, par leur métabolisme, des produits gazeux toxiques. On suggère que l'action ovicide est due à l'arrêt de l'élimination rapide de ces métabolites, qui s'accumulent dans l'œuf jusqu'à une concentration léthale. M. RAU.

CHAPMAN (P.J.) et AVENS (A.W.). — **The toxicology of 4.6. dinitro-o. cresol as an aphid ovicide** (Toxicologie du dinitro-orthocrésol à l'égard des œufs de Pucerons). *J. econ. entom.*, 41, 190-198, 1948.

L'action du dinitrocrésol en solution aqueuse a été étudiée avec précision sur les œufs de 22 espèces de Pucerons. Les œufs sont traités par pulvérisation, sur les rameaux où les insectes les ont déposés. La D.L. 95 la plus forte a été de 0,05 p. cent, la plus faible de 0,003 p. cent ; pour les œufs d'*Aphis pomi*, elle est de 0,012 p. cent. Il y a corrélation entre la sensibilité des œufs et la durée de l'incubation : les espèces dont les œufs éclosent vite sont les plus sensibles. Les solutions du dinitrocrésol et de ses sels de Na, Ca, Mg et ammonium sont également actives, si on les exprime en crésol. Il y a peu de différences de sensibilité suivant le stade de développement embryonnaire. M. RAU.

METCALF (R.L.). — **Some insecticidal properties of fluorine analogs of D.D.T.** (Quelques propriétés insecticides des analogues fluorés du D.D.T.). *J. econ. entom.*, 41, 416-421, 1948.

En essais de laboratoire, on a comparé deux à deux le D.D.T. et les corps analogues contenant du chlore avec les mêmes formules fluorées. Le D.D.T. fluoré (F en p.p' dans les noyaux) est beaucoup plus actif que le D.D.T. ; c'est probablement le composé le plus insecticide du groupe. Le remplacement de Cl par F dans le groupement aliphatique réduit la toxicité envers les insectes. Le D.D.T. et le D.D.T. fluoré sont très supérieurs respectivement au D.D.D. (dichlorodiphényldichloréthane) et au D.D.D. fluoré. Ce dernier est plus actif que le D.D.D. Ces 4 composés sont les seuls utilisables en agriculture.

Le D.D.T. fluoré est 8 à 10 fois plus soluble que le D.D.T. dans les solvants organiques. Il présente pour cette raison un intérêt spécial et aussi à cause de sa faible toxicité envers les mammifères et de sa volatilité, qui réduit le danger des résidus. M. RAU.

HOFFMAN (J.R.). — **Hexaethyl tetraphosphate and tetraethyl pyrophosphate as aerosols, against the two spotted spider mite** (Le tétraphosphate d'hexaéthyle et le pyrophosphate de tétraéthyle employés en aérosols contre le Tétranyque à deux taches). *J. econ. entom.*, 41, 356-362, 1948.

On sait que le tétraphosphate d'hexaéthyle est le nom erroné d'un liquide complexe dont la véritable matière active est le pyrophosphate de tétraéthyle. Les deux substances essayées sur le Puceron *Macrosiphum solanifolii* ont donné des lignes de régression parallèles. Il semble que l'addition d'eau au tétraphosphate favorise la vaporisation du pyrophosphate, ou bien qu'il se forme par hydrolyse un composé de transition, volatil et toxique, avant la transformation du tétraphosphate en corps inactifs.

Contre *Tetranychus bimaculatus*, on a essayé des aérosols contenant 20 p. cent d'esters phosphoriques dans le chlorure de méthyle. La dose optimum pour le tétraphosphate est de 80 mg par m³. A cette dose, le pyrophosphate donne des mortalités plus élevées. Ce composé est environ 3 fois plus toxique que le tétraphosphate envers les Acariens. Il est très probable que cette substance n'agit que par le pyrophosphate qu'elle contient.
M. RAU.

HOUGH (W.S.). — **Control of mites on apple trees sprayed with D.D.T.** (Lutte contre les Araignées rouges sur les pommiers traités au D.D.T.). *J. econ. entom.*, 41, 207-209, 1948.

Une quinzaine de nouveaux produits ont été essayés contre *Tetranychus pilosus* ; les plus actifs sont le di (4.chlorophénoxy) éthane, le phtalate de dioctyle et le thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle. Ce dernier composé est actif aussi contre le Carpocapse. Son emploi en mélange avec le D.D.T. est le meilleur moyen de lutter à la fois contre le Carpocapse et l'Araignée rouge. Le pyrophosphate de tétraéthyle s'est montré irrégulier. Le sulfure de N.dodecyl-2.thiazolimyle mérite une étude plus poussée. M. RAU.

MORRISSON (H.E.), CROWELL (H.H.), CRUMB Jr (H.E.) et LAUDERDALE (R.W.). — **The effects of certain new soil insecticides on plants** (L'effet sur les plantes de certains nouveaux insecticides du sol). *J. econ. entom.*, 41, 374-378, 1948.

Des sols fortement traités par des insecticides de synthèse ont été utilisés pour la culture de 29 espèces de légumes. Les applications massives de D.D.T. et de chlordane ont causé quelques dégâts aux plantes. L'H.C.H., à la dose de 16 kg d'isomère γ par m³ de terre, a provoqué chez beaucoup d'espèces des lésions plus ou moins graves et a communiqué son odeur à certains légumes. Cet insecticide donne de grands espoirs pour la destruction des insectes du sol. Les plantes les plus sensibles à l'H.C.H. sont : les Solanées, les Cucurbitacées, la Betterave, le Maïs, le Pois, l'Epinard, l'Oignon. M. RAU.

EDEN (W.G.) et ARANT (F.S.). — **D.D.T. residus on alfalfa** (Résidus de D.D.T. sur la Luzerne). *J. econ. entom.*, 41, 383-387, 1948.

Des Luzernes ont reçu de 1 à 3 poudrages avec des produits contenant 3 p. cent de D.D.T., les doses étant de 15 ou de 30 kg par ha. Le D.D.T. a été dosé sur le feuillage par la méthode colorimétrique de STIFF et CASTILLO à la xanthydropyridine. Les teneurs en D.D.T. trouvées varient de 10 à 162 mg par kg de foin sec. On a noté que les plantes humides retiennent plus de produit, mais les résidus tendent à s'égaliser au bout de 40 jours.
M. RAU.

TABLES DES MATIÈRES

I. — MÉMOIRES ORIGINAUX

Pages

Mlle Augier de Montgremier (H.). — La dissémination du Virus X dans les cultures de Pommes de terre 38

Couturier (A.). — Biologie d'un Hexamermis parasite des insectes défoliateurs de l'Osier 13

Gaumont (R.). — Etudes embryologiques sur l'œuf de Cheimatobie..... 253

Giban (J.). — Recherches sur l'action du chloralose ou du glucochloral sur les oiseaux 337

Lansade (M.). — Recherches sur le flétrissement bactérien de la Pomme de terre en France 69

Lansade (M.). — Recherches sur la Fusariose ou pourriture sèche de la Pomme de terre..... 157

Limasset (P.), Cornuet (P.), Gendron (Y.). — Comparaison entre l'extraction du Virus de la Mosaïque du Tabac par voie mécanique et sous l'action de divers systèmes enzymatiques..... 1

Limasset (P.) et Cornuet (P.). — Etude de la corrélation entre l'âge des organes aériens et la quantité de virus contenue dans ces derniers chez le Tabac infecté par le Virus de la Mosaïque du Tabac..... 274

Raucourt (M.). — Revue de Phytopharmacie. X^e^ série..... 208

Raucourt (M.) et Sick (E.). — Passage de l'Arsenic dans le vin de vignes traitées à l'arseniate de chaux 383

Schaefer (L). — Sur la rétention de l'acide cyanhydrique par les fruits soumis à la désinfection 286

Schvester (D.). — Sur un Nématode parasite nouveau du Xylebore disparate 48

Viel (G.). — Méthode de détermination de l'action insecticide de contact..... 367

Viel (G.) et Mlle Chancogne (M.). — Etude des actions ovicides..... 293

II. — NOTES PHYTOSANITAIRES

Hoffmann (A.). — Répertoire analytique des insectes, Acariens et Nématodes nuisibles aux cultures en France ayant présenté d'intéressantes particularités en 1948 307

Hoffmann (A.). — Répertoire analytique des Arthropodes et Nématodes nuisibles aux cultures en France ayant présenté d'intéressantes particularités en 1949 312

III. — DOCUMENTATION

1. — Pathologie végétale.

Alibert (H.) et Meiffren (M.). — La maladie à virus des Cacaoyers « Swollen Shoot » 65

Bald (J.G.). — Le virus X de la Pomme de terre : existence effective de l'immunité acquise dans les feuilles âgées et jeunes..... 325

Bald (J.G.). — Une méthode de coloration sélective des virus dans les tissus infectés 320

Bald (J.G.). — Nouvelles méthodes de fixation et de coloration des tissus de plantes infectées 320

Bawden (F.C.) et Crook (E.M.). — Certaines propriétés du virus X de la Pomme de terre dans des extraits de feuilles réalisés de différentes façons..... 60

Bawden (F.C.) et Kleckowski (A.). — Variations des propriétés du Virus X de la Pomme de terre et leur effet sur ses interactions avec la ribonuclease et les diastases protéolytiques 61

Bawden (F.C.). — Les maladies des plantes..... 55

BENNETT (C.W.). — Quelques plantes hôtes non signalées du Virus de la Mosaïque de la Betterave 326

BERKELEY (G.H.). — La Mosaïque du Tabac dans l'Ontario et le Québec 58

BERKS (R.). — Etudes sérologiques sur le virus X chez la Pomme de terre 325

BEST (R.J.). — Constance de la composition chimique et du pouvoir infectieux par unité de poids de la protéine du virus de la Mosaïque du Tabac dans les préparations datant de plusieurs années 322

BEST (R.J.). — Longévité du virus de la Mosaïque du Tabac. 1re partie. Survie du virus purifié *in vitro* en solution tampon au *p*H4 323

BLACK (L.M.), MARAMOSCH (K.) et BRAKKE (M.K.). — Filtration et sédimentation du virus des tumeurs de blessure 321

BRAKKE (M.K.), BLACK (L.M.) et WYCKOFF (R.W.G.). — Corrélation en cours de centrifugation, entre la présence de corpuscules du Virus de Yellow-dwarf et l'existence d'un pouvoir infestieux 326

BRANAS (J.). — Recherches sur la dégénérescence infectieuse de la Vigne 64

BRANAS (J.). — La maladie de Pierce ou maladie de Californie 248

BROOADBENT (L.) et GREGORY (P.H.). — Expérimentation sur le développement de la *rugose mosaic* et de l'enroulement dans les champs de Pommes de terre en 1948 62

BROWN (W.), BROOKS (F.T.) et BAWDEN (F.C.). — Discussion sur la physiologie de la résistance aux maladies chez les plantes 56

CASTELLANI (E.). — Mosaïque du Figuier 64

CATION (D.). — Transmission du complexe de la jaunisse du cerisier par la semence 64

CHOUARD (P.). — Quatorze années de recherches expérimentales sur la végétation de la Pomme de terre en montagne (Pyrénées centrales) ; conséquences à en tirer 317

CLINCH (P.E.M.) et LOUGHNANE (J.B.). — La transmission par la semence du virus de la jaunisse de la Betterave (Beta vulgaris L) et l'existence de souches de ce virus dans l'Eire 59

DE BRUYN OUBOTER (M.P.) et VAN SLOGTEREN (E.). — L'Augusta Zick de la Tulipe, une maladie à virus du type nécrose du tabac 324

DILLON WESTON (W.A.R.) et ERIC TAYLOR (R.). — La plante à l'état de bonne santé et de maladie) 56

DONCASTER (J.P.) et GRÉGORY (P.H.). — Le développement des maladies à virus dans les champs de Pommes de terre 246

FUKUSCHI (T.). — Nouvelles études sur la maladie de rabougrissement du Riz 328

FULTON (J.P.). — Etude de souches du virus I du concombre en provenance de l'Epinard 391

GIDDINGS (N.J.). — Certaines relations entre les souches de virus dans le Curly top de la Betterave à sucre 390

GRAM (E.). — Expériences sur une Mosaïque des Echalotes 391

GREGORY (P.H.). — La transformation d'infestions multiples 58

GREGORY (P.H.). — L'effet des épurations sur l'expansion des virus de la Pomme de terre à Rothamsted en 1946 63

HARRIS (R.V.) et CADMAN (C.H.). — Recherches écossaises sur le framboisier ... 329

HARTSUIJKER (K.). — La jaunisse de la Betterave 391

HOLMES (F.O.). — Association du brunissement interne de la Tomate et de l'infection par certaines souches de virus de la Mosaïque du Tabac 325

HULI (R.) et WATSON (M.). — Facteurs affectant les chutes de récoltes provoquées chez la Betterave par le virus de la jaunisse. II. Nutrition et variétés 60

HUTTON (E.M.). — Certains facteurs affectant la réaction au virus Y par nécroses locales ou généralisées 326

HUTTON (E.M.) et OLDAKER (C.E.W.). — La rosette, maladie à virus de la Pomme de terre en Tasmanie 326

HUTTON (A.M.) et PEAK (A.R.). — La résistance au spotted wilt chez la Tomate 327

JENSEN (D.D.). — Les maladies à virus de l'Avocatier avec des indications spéciales sur le « Ring-spot » de l'Avocatier 248

JENSEN (D.D.). — Le virus du Ring-spot de l'Avocatier et ses insectes vecteurs .. 330

KASSANIS (B.). — Une maladie nécrotique de Tulipes forcées provoquée par les virus de la Nécrose du Tabac 324

KASSANIS (B.) et KLECZKOWSKI (A.). — Isolement et études de certaines propriétés d'une protéine de *Phytolacca esculenta* douée d'un pouvoir d'inhibition sur les virus 57

KASSANIS (B.) et SELMAN (I.W.). — Variations dans la réaction du Tabac « white Burley » au virus de la Mosaïque aucuba de la Tomate et à quelques autres souches du virus de la Mosaïque du Tabac 59

KNIGHT (C.A.). — La nature de certaines différences chimiques entre souches du virus de la Mosaïque du Tabac 390

KNIGHT (C.A.) et OSTER (G.). — Dimensions déterminées par le microscope électronique des particules de certaines souches du virus de la Mosaïque du Tabac 322

KUHNOLTZ-LONDAT (G.). — La flore des environs immédiats de Montpellier : T. 1. La prospection phytopathologique. T. 2. En collaboration avec G. BLANCHET : Les végétaux vasculaires et leurs parasites cryptogames 246

LITTAU (V.C.) et BLACK (L.M.). — Inclusion cytoplasmiques associées aux tumeurs de blessures chez *Rumex acetosa* 58

LOCKE, SETH (B.). — Recherches sur la chimiothérapie des maladies à virus de la Pomme de terre 61

LORING (H.S.). — Inactivation réversible du virus de la Mosaïque du Tabac par la ribonuclease cristallisée 323

MAGEE (C.J.). — La lignification ou Mosaïque du *Passiflora edulis* 65

MALKIEL (S.). — Etudes immunologiques sur le virus de la Mosaïque du Tabac. V. Relations sérologiques entre les souches aucuba et 1 14 D 1 322

MARAMOROSCH (K.). — Influence de la température sur l'incubation du virus des tumeurs de blessure chez l'insecte *Agallia constricta* 58

MATTHEWS (R.E.F.). — Les virus-protéines des plantes et les réactions anticorps-antigène 328

MULLER (K.O.) et BEHR (L.). — Mécanisme de la résistance des Pommes de terre au *Phytophtora infestans* 317

MUNSTER (J.). — Les maladies à Virus de la Pomme de terre 325

OSTER (G.), KNIGHT (C.A.) et STANLEY (W.M.). — Etudes au microscope électronique d'échantillons de Virus de la Mosaïque du Tabac en provenance de Dahlem, Rothamsted et Princeton 321

OSWALD (J.W.) et KENDRICK (J.B.). — L'enroulement, la « net necrosis » et le « stemend browning » chez les Pommes de terre « Netted gem » en Californie 62

OWEN (R.D.) et WILDMAN (S.G.). — Les protéines des feuilles vertes. V. Relations sérologiques entre le virus de la Mosaïque du Tabac et le constituant nucléoprotéique fondamental du cytoplasme des feuilles de Tabac 320

PIERCE (C.) et BREON (W.S.). — Le type ringspot du virus X et la Pomme de terre 389

PRENTICE (I.W.). — Résolutions des complexes de virus du Fraisier. III. Isolement du virus 3 et étude de quelques-unes de ses propriétés 329

PRICE (W.C.) et GUPTA (B.M.). — Etude de l'inhibition de l'infection par les virus sous l'action de filtrats de culture de champignons 321

RICH (S.). — Sur certaines relations entre le Phaseolus virus 2 et les inclusions cristallines qui lui sont associées 327

ROBERTS (F.M.). — Expérimentation sur la transmission du virus X de la Pomme de terre entre plantes en contact 247

ROLAND (G.). — La lutte contre les viroses du Dahlia 65

ROLAND (G.). — Les virus des taches bronzées de la Tomate *Lycopersicum virus Brittle bank* et de la Mosaïque du Concombre *Cucumis virus* 1 *Doolittle* sur Dahlia 63

ROSS (A.F.). — Lésions locales avec le Virus Y de la Pomme de terre 62

ROSS (A.F.). — Absence de relations entre le Virus Y de la Pomme de terre et le Virus de la Mosaïque du concombre 389

ROY MARKHAM et SMITH (K.M.). — Recherches sur la Mosaïque jaune du navet 327

ROZENDAAL (A.) et VAN DER WANT (J.P.H.). — Sur l'identité des virus responsables de la maladie du « Ratel » du Tabac et du « Stengelbout » (Stem mottel) de la Pomme de terre 61

RYJKOFF (V.L.) et SMIRNOVA (V.A.). — L'effet des ions magnésium et de préparations d'acridine sur l'accumulation de protéine virus dans les plantes infectées par le Virus de la Mosaïque du Tabac 324

Scottish Society for Research in Plant Breeding. — Rapport des Directeurs et rapport du Directeur de recherches à la réunion annuelle du 29 juillet 1948 319
Self (R.L.) et Darling (H.M.). — Transmission de la maladie du « Purple top » de la Pomme de terre 247
Severin (H.H.P.). — Transmission du virus de la maladie de Pierce de la vigne par les Cicadelles 329
Sharp (D.G.) et Wolf (F.A.). — Le virus du « Leaf curl » du Tabac 323
Sheffield (F.M.L.). — Etudes préliminaires, à l'aide du microscope électronique de certaines inclusions provoquées par des virus de plantes 56
Smith (K.W.). — Les virus 318
Smith (K.W.). — Les virus des plantes 56
Stanley (W.M.). — Etudes chimiques sur les virus 318
Stanley (W.M.). — Résultats et espoirs dans la recherche sur les virus 318
Stapp (C.) et Berks (R.). — Nouveaux essais de dessication avec les anti-sérums de certains virus de la Pomme de terre 62
Stapp (C.) et Marcus (O.). — Sur la résistance du sérum anti-virus X de la Pomme de terre contre la désagrégation par les bactéries 62
Steere (R.L.) et Williams (R.C.). — Une méthode simplifiée de purification du virus du Bushy stunt en vue de l'examen au microscope électronique 57
Stoddard (E.M.). — La chimiothérapie de l'« X disease » du Pêcher 64
Stoddard (E.M.) et Dimond (A.E.). — Le vert malachite contre l'apparition des symptômes de la Mosaïque du Tabac chez la Tomate 63
Sylvester (E.S.). — Transmission du virus du « Yellow net » de la Betterave à sucre par le Puceron vert du Pêcher 60
Sylvester (E.S.). — Transmission du virus de la moutarde noire par le Puceron vert du Pêcher 391
Sylvester (E.S.). — Transmission en série du virus de la Mosaïque de la Betterave par le Puceron vert du Pêcher 391
Takahashi (W.N.) et Rawlins (T.E.). — L'effet du lavage des feuilles congelées sur la longueur des particules du virus de la Mosaïque du Tabac 323
Utech (N.M.) et Johnson (J.). — L'inactivation des virus des plantes par des substances extraites de bactéries et de champignons 389
Van der Want (J.P.H.). — Le stipple streak du Haricot, maladie causée par un virus se conservant dans le sol 63
Van der Want (J.P.H.) et Rozendaal (A.). — Etude à l'ultra-microscope du virus responsable de la maladie de ratel du Tabac et du « Stengelbout » (Stem mottel) de la Pomme de terre 61
Viennot Bourgin (G.). — Les champignons parasites des plantes 245
Wildam (S.G.) et Bonner (J.). — Les protéines des feuilles vertes. IV. Démonstration par des méthodes chimiques et physiques du fait que le virus de la Mosaïque du Tabac dérive d'un constituant nucléoprotéique fondamental localisé dans le cytoplasme des feuilles du Tabac 319
Williams (R.C.) et Russel (L.S.). — Photographie au microscope électronique du virus de la Mosaïque du Tabac dans les jus entiers de plantes 59
Wolf (F.A.), Whitecomb (W.H.) et Mooney (W.C.). — Le « Leaf curl » du Tabac au Vénézuela 324
Woods (M.W.) et Eck (R.V.). — Inclusion nucléaire produite par une souche du virus de la Mosaïque du Tabac 59
Zanmeyer (W.) et Thomas (H.R.). — Le « Pod mottle » maladie à virus des Haricots 63
Zanym Gaw (H.). — Etude comparée des propriétés de deux souches du virus de la Mosaïque du Tabac préparées à partir du jus et des résidus de feuilles de Tabac de Turquie infectés 322
Zeller (S.M.) et Milbrath. — La « western X disease » du cerisier « Montmorency » et ses relations avec le « Buck skin » des Cerisiers doux 64

2. — Zoologie agricole.

Doty (R.E.). — La lutte contre les Rats dans les plantations de canne à sucre des Hawaï 393
Dozier (H.L.), Markley (M.H.) et Liewellyn (M.). — Recherches sur le Rat musqué dans la réserve nationale de Backwater, Maryland durant les années 1941 à 1945 393

HARTLEY (P.H.T.). — Les bases de la détermination du régime alimentaire des Oiseaux 392

HOTCHKISS (N.) et PONGH (R.H.). — Effets, sur les oiseaux forestiers, du D.D.T. employé en Pennsylvanie contre le Bombyx disparate 393

MIMEUR (J.M.). — Contribution à l'étude des Zoocécidies du Maroc 249

MITCHELL (R.T.). — Effets des émulsions de D.D.T. sur les œufs des oiseaux et sur leurs jeunes 392

MORBACH (J.). — Les oiseaux du Pays : Vol. 2 : Familles des Motacillidés, Certhildés, Sittidés, Paridés, Lamiidés et Bombycillidés. Vol. 3 : Famille des Muscipadés, Prunellidés, Troglodytidés et Mirundunidés 392

NESTLER (R.B.). — L'alimentation de la Caille d'Amérique 392

ROBBINS (C.S.) et STEWARD (R.E.). — Effets du D.D.T. sur les oiseaux peuplant un taillis forestier 393

SMITH (K.M.). — Précis d'entomologie agricole 248

STAWART (R.E.), COPE (J.B.), ROBBINS (C.S.) et BRAINERD (J.W.). — Effets du D.D.T. sur les oiseaux du refuge de recherches du Patuxent 393

STICKEL (L.F.). — Origine des animaux circulant dans une surface dépeuplée 394

STICKEL (L.F.). — Analyse expérimentale des méthodes de recensement des populations de petits mammifères 393

WORTEIAERS (F.). — L'Autour comme pilleur de nids et quelques données relatives à la composition de sa nourriture 392

3. — Traitements chimiques.

AUSTIN (M.D.) et MASSEE (A.M.). — Recherches sur la lutte contre l'Araignée rouge des arbres fruitiers, M. *ulmi* KOCH, pendant l'arrêt de la végétation 65

BRANN (J.L.), AVENS (A.W.) et DEAN (R.W.). — L'application des huiles d'hiver sous forme de brouillards 394

BROWN (A.W.A.) et HURTIG (H.). — Insecticides organiques actifs contre le Criquet *Melanoplus mexicanus* 66

CARAMINI (M.). — Essais de lutte contre les insectes des grains au moyen de nitrile trichloracétique 249

CLAUSEN (R.L.). — La lutte contre le Hanneton *Melolontha melolontha* L. 330

GALLAV (R.). — Rapport d'activité 1947 330

HODSON (A.C.). — Nouvelles études de liquides attractifs pour la Mouche des Pommes 330

LANSADE (M.) et ANSELME (Cl). — Essais de traitement du Rhizoctone brun de la Pomme de terre 394

MAC FARBANE (J.S.) et MATSUURA (M.). — Efficacité du D.D. pour la fumigation des sols à Hawaï 249

PARKIN (A.E.). — Imprégnation des sacs au D.D.T. pour protéger les stocks de céréales contre les insectes 330

SMITH (F.F.), FULTON (R.A.) et BRIERLEY (Ph). — Emploi du D.D.T. et du tetraphosphate d'hexaéthyle en aérosols dans les serres 65

VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.). — Quelques données nouvelles sur la lutte chimique contre le Pou de San José 394

WURGLER (W.). — Sur les traitements contre la chute prématurée des fruits ... 66

4. — Phytopharmacie.

ARD (I.S.). — Recherche du chlordane dans les émulsions d'huiles insecticides 395

BATTE (E.G.) et TURK (R.D.). — Toxicité de quelques insecticides de synthèse envers le Chien 333

BRENCHLEY (W.E.). — Action toxique du molybdène en rapport avec les sols et les cultures 252

BRETT (Ch. H.) et RHOADES (W.C.). — Lutte contre les Criquets au moyen du S.N.P., de l'H.C.H., du camphène chloré et du chlordane 333

CHAPMAN (P.J.) et AVENS (A.W.). — Toxicologie du dinitro-orthocrésol à l'égard des œufs de Pucerons 395

DRESDEN (D.) et KRIJGSMAN (B.J.). — Expériences sur l'action physiologique des insecticides de contact 251

EATON (J.K.). — Formation du phosgène à partir du D.D.T. et des substances voisines 67

EDEN (W.G.) et ARANT (F.S.). — Résidus du D.D.T. sur la Luzerne 396

FOSTER (A.A.). — Accélération et retard de la germination de quelques semences de légumes, à la suite des traitements cupriques 249

FURMAN (D.P.) et HOSKINS (W.M.). — Présence du H.C.H. dans la crême provenant du lait de Vache 333

GERTLER (S.J.). — Revue d'essais de laboratoire sur la toxicité de certaines benzamides substituées, envers différents insectes 67

GRAHAM (T.W.), CLAYTON (E.E.), GAINES (J.G.), SMITH (T.E.) et TODD (F.A.). — Composés organiques contre le Mildiou du Tabac 250

GROVE (J.F.). — Activités fongistatique des dérivés éthyléniques et acétyléniques. II. Esters des acides halogénofumariques et acétylène-dicarboniques 250

GRUBER (M.), GUNTHART (E.) et ALLENSTEIN (R.). — L'action ovicide des produits pour traitements d'hiver Essais de laboratoire sur les œufs du ver de la farine 332

GUERIN (H.) et MAS (R.). — Sur les arséniates de cuivre 332

HEWLETT (P.S.). — Facteurs physiques qui agissent sur la toxicité des pulvérisations envers les insectes des marchandises entreposées. I. Quantité de diluant dans laquelle une quantité donnée de matière active est appliquée 251

HOFFMANN (J.R.). — Le tétraphosphate d'hexaéthyle et le pyrophosphate de tétraéthyle employés en aérosols contre le Tétranyque à deux taches 387

HOUGH (W.S.). — Lutte contre les Araignées rouges sur les pommiers traités au D.D.T. 396

LA CLAIR (J.B.). — Dosage de l'isomère gamma de l'H.C.H. 394

LA FORGE (F.B.) et SOLOWAY (S.B.). — Les constituants des fleurs de pyrèthre. XXI : Révision de la structure de la dihydrocinerolone 66

LEPIGRE (A.L.). — L'oxyde de propylène, nouveau fumigant possible pour la destruction des insectes granivores 67

MAC CALLAN (S.E.A.). — Ce que tout marchand de produit doit savoir au sujet des fongicides 331

MAC GOWAN (J.C.), BRIAN (P.W.) et HEMMING (H.G.). — Activité fongistatique des dérivés éthyléniques et acétyléniques. I. Action sur le pouvoir fongistatique de l'affinité des substituants pour les électrons 250

MARTIN (H.). — Quelques aspects biochimiques des recherches sur les insecticides 331

MENUSAN (H.). — Toxicité comparée d'insecticides administrés par différentes voies à plusieurs espèces d'insectes 395

METCALF (R.L.). — Quelques propriétés insecticides des analogues fluorés du D.D.T. 395

MEULI (L.J.), THIEGS (B.J.) et LYNN (G.E.). — Emploi du 2.4.5-trichlorophénate de zinc comme fongicide des semences 250

MORRISSON (H.E.), CROWELL (H.H.), CRUMB Jr (H.E.) et LAUDERDALE (R.W.). — L'effet sur les plantes de certains nouveaux insecticides du sol 396

RECKENDORFER (P.). — Immunisation des plantes à la suite des traitements antiparasitaires. Contribution microchimique à l'étude du cuivre absorbé par les végétaux 66

RICHARDSON (Ch.H.). — Système de prise d'échantillons en vue des études sur le Carpocapse 332

RIEMSCHNEIDER (R.) et KUHNL (A.). — Communication préliminaire sur les nouveaux insecticides de contact de la classe des hydrocarbures halogénés 66

ROTH (R.W.). — Compatibilité du D.D.T. avec les chaux commerciales 394

RUBIN (M.), BIRD (H.R.), GREEN (N.) et CARTER (R.H.). — Toxicité du D.D.T. envers les poules pondeuses 67

SHERMAN (M.) et NORTON (L.B.). — Essai biologique de l'isomère gamma de l'H.C.H. 394

SMITH (E.H.) et PEARCE (G.W.). — Le mode d'action des huiles de pétrole comme ovicide 395

STARK Jr (F.L.). — Recherches sur la chloropicrine employée comme fumigant des sols 395
STARK (F.L.) et LEAR (B.). — Essais en serre avec divers fumigants du sol, contre les champignons et les nématodes 250
STOKER (R.I.). — Phytoxicité du D.D.T. et de l'H.C.H. 251
THOMAS (D.C.). — L'emploi du métaldéhyde contre les Limaces 252
WAY (M.J.) et SYNGE (A.D.). — Effet du D.D.T. et de l'H.C.H. sur les Abeilles 251
WINGO (C.W.) et CHISLER (O.S.). — Effet du D.D.T. sur le bétail et le lait 333
WINTERINGHAM (F.P.W.) et HARRISON (A.). — Absorption du bromure de méthyle par le Blé 251
WOELFEL (W.C.). — Dosage colorimétrique du cuivre par le sulfure de carbone et la diéthanolamine 394
YUN-PEI-SUN. — Action de synergie du chlordane dans les poudres contenant de la nicotine ou de la roténone 332

IV. — TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

(Les noms composés en caractères gras rappellent les mémoires originaux.)

ALIBERT (H.) et MEIFFREN (M.), 65.
ARD (I.S.), 395.
Augier de Montgremier (H.) Mlle, 38.
AUSTIN (M.D.) et MASSEE (A.M.), 65.

BALD (J.G.), 325.
BALD (J.G.), 320.
BALD (J.G.), 320.
BATTE (E.G.) et TURK (R.D.), 333.
BAWDEN (F.C.), 55.
BAWDEN (F.C.) et CROOK (E.M.), 60.
BAWDEN (F.C.) et KLECKOWSKI (A.), 61.
BENNETT (C.W.), 326.
BERKELEY (G.H.), 58.
BERKS (R.), 325.
BEST (R.J.), 322.
BEST (R.J.), 323.
BLACK (L.M.), MARAMOSCH (K.) et BRAKKE (M.K.), 321.
BRAKKE (M.K.), BLACK (L.M.) et WYCKOFF (R.W.G.), 326.
BRANAS (J.), 64.
BRANAS (J.), 248.
BRANN (J.L.), AVENS (A.W.) et DEAN (R.W.), 343.
BRENCHLEY (W.E.), 252.
BRETT (C.H.) et RHOADES (W.C.), 333.
BROADBENT (L.) et GREGORY (P.H.), 62.
BROWN (A.W.A.) et HURTIG (H.), 66.
BROWN (W.), BROOKS (F.T.) et BAWDEN (F.C.), 56.

CARAMINI (M.), 249.
CASTELLANI (E.), 64.
CATION (D.), 64.
CHAPMAN (P.J.) et AVENS (A.W.), 396.
CHOUARD (P.), 317.
CLAUSEN (R.L.), 330.
CLINCH (P.E.M.) et LOUGHNANE (J.B.), 59.
Couturier (A.), 13.

DE BRUYN OUBOTER (M.P.) et VAN SLOGTEREN (E.), 324.
DILLON WESTON (W.A.R.) et ERIC TAYLOR R.), 56.
DONCANSTER (J.P.) et GREGORY (P.H.), 246.
DOTY (R.E.), 393.
DOZIER (H.L.), MARKLEY (M.H.) et LIEWELLYN (M.), 393.
DRESDEN (D.) et KRIJGSMAN (B.J.), 251.

EATON (J.K.), 67.
EDEN (W.G.) et ARANT (F.S.), 397.

FOSTER (A.A.), 249.
FUKUSCHI (T.), 328.
FULTON (J.P.), 391.
FURMAN (D.P.) et HOSKINS (W.M.), 333.

GALLAY (R.), 330.
Gaumont (R.), 253.
GERTLER (S.J.), 67.
Giban (J.), 337.
GIDDINGS (N.J.), 390.
GRAHAM (T.W.), CLAYTON (E.E.), GAINES (J.C.), SMITH (T.E.) et TODD (F.A.), 250.
GRAM (E.), 391.
GREGORY (P.H.), 58.
GREGORY (P.H.), 63.
GROVE (J.F.), 250.
GRUBER (M.), GUNTHART (E.) et ALLENSTEIN (R.), 332.
GUÉRIN (H.) et MAS (R.), 332.

HARRIS (R.V.) et CADMAN (C.H.), 329.
HARTLEY (P.H.T.), 392.
HARTSUIJKER (K.), 391.
HEWLETT (P.S.), 251.
HODSON (A.C.), 331.
Hoffmann (A.), 307.
Hoffmann (A.), 312.
HOFFMANN (J.R.), 387.
HOLMES (F.O.), 325.
HOTCHKISS (N.) et PONGH (R.H.), 393.
HOUGH (W.S.), 397.
HULI (R.) et WATSON (M.), 60.
HUTTON (E.M.), 326.
HUTTON (E.M.) et OLDAKER (C.E.W.), 326.
HUTTON (A.M.) et PEAK (A.R.), 327.

JENSEN (D.D.), 248.
JENSEN (D.D.), 330.

KASSANIS (B.), 324.
KASSANIS (B.) et KLECZKOSWKI (A.), 57.
KASSANIS (B.) et SELMAN (I.W.), 59.
KNIGHT (C.A.), 390.
KNIGHT (C.A.) et OSTER (G.), 322.
KUHNOLTZ-LONDAT (G.), 246.

LA CLAIR (J.B.), 395.
LA FORGE (F.B.) et SOLOWAY (S.B.), 66.

Lansade (M.), 69.
Lansade (M.), 157.
LANSADE (M.) et ANSELME (Cl.), 394.
LEPIGRE (A.L.), 67.
Limasset (P.) et **Cornuet (P.)**, 274.
Limasset (P.), **Cornuet (P.)** et **Gendron (Y.)**, 1.
LITTAU (V.C.) et BLACK (L.M.), 58.
LOCKE, SETH (B.), 61.
LORING (H.S.), 323.

MAC CALLAN (S.E.A.), 331.
MAC FARBANE (J.S.) et MATSUURA (M.), 249.
MAC GOWAN (J.C.), BRIAN (P.W.) et HEMMING (H.G.), 250.
MAGEE (C.J.), 65.
MALKIEL (S.), 322.
MARAMOROSCH (K.), 58.
MARTIN (H.), 331.
MATTHEWS (R.E.P.), 328.
MENUSAN (H.), 396.
METCALF (R.L.), 396.
MEULI (L.J.), THIEGS (B.J.) et LYNN (G.E.), 250.
MIMEUR (J.M.), 249.
MITCHELL (R.T.), 392.
MORBACH (J.), 392.
MORRISSON (H.E.), CROWELL (H.H.), CRUME (H.E.) et LAUDERDALE (R.W.), 397.
MULLER (K.O.) et BEHR (L.), 317.
MUNSTER (J.), 325.

NESTLER (R.B.), 392.

OSTER (G.), KNIGHT (C.A.) et STANLEY (W.M.), 321.
OSWALD (J.W.) et KENDRICK (J.B.), 62.
OWEN (R.D.) et WILDMAN (S.G.), 320.

PARKIN (A.E.), 330.
PIERCE (C.) et BREON (W.S.), 388.
PRENTICE (I.W.), 329.
PRICE (W.C.) et GUPTA (B.M.), 321.

Raucourt (M.), 208.
Raucourt (M.) et **Sick (E.)**, 383.
RECKENDORFER (P.), 66.
RICH (S.), 327.
RICHARDSON (Ch.H.), 332.
RIEMSCHNEIDER (R.) et KUHNL (A.), 66.
ROBBINS (C.S.) et STWARD (R.E.), 393.
ROBERTS (F.M.), 247.
ROLAND (G.), 63.
ROLAND (G.), 65.
ROSS (A.F.), 62.
ROSS (A.F.), 389.
ROTH (R.W.), 395.
ROY MARKHAM et SMITH (K.M.), 327.
ROZENDAAL (A.) et VAN DER WANT (J.P.H.) 61.
RUBIN (M.), BIRD (H.R.), GREEN (N.) et CARTER (R.H.), 67.
RYJKOFF (V.L.) et SMIRNOVA (V.A.), 324.

Schaeffer (L.), 286.
Schvester (D.), 48.
SCOTTISH SOCIETY FOR RESEARCH IN PLANT BREEDING, 319.
SELF (R.L.) et DARLING (H.M.), 247.
SEVERIN (H.H.P.), 320.
SHARP (D.G.) et WOLF (F.A.), 323.
SHEFFIELD (F.M.L.), 56.
SHERMAN (M.) et NORTON (L.B.), 395.
SMITH (F.F.), FULTON (R.A.) et BRIERLEY (Ph.), 65.
SMITH (K.M.), 248.
SMITH (K.W.), 56.
SMITH (K.W.), 318.
SMITH (E.H.) et PEARCE (G.W.), 396.
STANLEY (W.M.), 318.
STANLEY (W.M.), 318.
STAPP (C.) et BERKS (R.), 62.
STAPP (C.) et MARCUS (O.), 62.
STARK (F.L.) et LEAR (B.), 250.
STARK Jr (F.L.), 395.
STAWART (R.E.), COPE (J.B.), ROBBINS (C.S.) et BRAINERD (J.W.), 393.
SEERE (R.L.) et WILLIAMS (R.C.), 57.
STICKEL (L.F.), 394.
STICKEL (L.F.), 393.
STODDARD (E.M.), 64.
STODDARD (E.M.) et DIMOND (A.E.), 63.
STOKER (R.I.), 251.
SYLVESTER (E.S.), 60.
SYLVESTER (E.S.), 391.
SYLVESTER (E.S.), 391.

TAKAHASHI (W.N.) et RAWLINS (T.E.), 323.
THOMAS (D.C.), 252.

UTECH (N.M.) et JOHNSON (J.), 389.

VAN DER WANT (J.P.H.), 63.
VAN DER WANT (J.P.H.) et ROZENDAAL (A.), 61.
VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.), 394.
Viel (G.) et **Mlle Chancogne (M.)**, 293.
Viel (G.), 367.
VIENNOT BOURGIN (G.), 245.

WAY (M.J.) et SYNGE (A.D.), 251.
WILDAM (S.G.) et BONNER (J.), 319.
WILLIAMS (R.C.) et RUSSEL (L.S.), 59.
WINGO (C.W.) et CHISLER (O.S.), 333.
WINTERINGHAM (F.P.W.) et HARRISON (A.), 251.
WOELFEL (W.C.), 394
WOLF (F.A.), WHITECOMB (W.H.) et MOONEY (W.C.), 324.
WOODS (M.W.) et ECK (R.V.), 59.
WORTEIAERS (F.), 392.
WURGLER (W.), 66.

YUN-PEI-SUN, 332.

ZANMEYER (W.) et THOMAS (H.R.), 63.
ZANYM GAW (H.), 322.
ZELLER (S.M.) et MILBRATH, 64.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE. — 1203-51. — DÉPOT LÉGAL N° 665. — 3e TRIM. 1951.
Le Gérant : FRANÇOIS DUNOD. — DÉPOT LÉGAL N° 2172. — 3e TRIMESTRE 1951.

1re Année. — N° 1 Janvier-Février 1950

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE — ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

DUNOD
Chèq. Postaux : Paris 75-45 — ÉDITEUR — Téléphone : DANton 99-15
92, rue Bonaparte, PARIS-VIe

8 NOV 1951

Abonnement annuel (4 livraisons) : FRANCE : 1.000 fr. — ÉTRANGER : 1.300 fr.
Le Numéro : 300 fr.
Abonnement annuel à la partie " DOCUMENTATION " servi sous forme de tirés à part
FRANCE : 125 fr. — Étranger : 160 fr.

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 15 francs en timbres-poste.

ADMINISTRATION : 92, rue Bonaparte, Paris (VI[e])

Secrétariat de la Rédaction : Laboratoire de Phytopharmacie, 13, avenue Mirabeau, VERSAILLES (Seine-et-Oise). Téléphone : VER. 20-33.

SOMMAIRE

P. LIMASSET, P. CORNUET et Y. GENDRON :

Comparaison entre l'extraction du virus de la Mosaïque du Tabac par voie mécanique et sous l'action de divers systèmes enzymatiques 1

A. COUTURIER :

Biologie d'un Hexamermis (*Nematodes mermithidae*) parasite des insectes défoliateurs de l'Osier 18

Mlle H. AUGIER DE MONTGREMIER :

La dissémination du virus X (*Marmor dubium* (Orton) HOLMES) dans les cultures de Pommes de terre. Etude sur le rôle du sectionnement des tubercules 38

D. SCHVESTER :

Sur un Nématode du groupe des *Parasitylenchus dispar* FUCHS parasite nouveau du Xylébore disparate (*Xyleborus dispar* F). 48

DOCUMENTATION 54

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX (SUCCURSALE B), 11, BOULEVARD SAINT-MICHEL. — 3188-50.

1re Année. — N° 2 Avril 1950

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES
DE
L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES
ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VEGÉTALE — ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

DUNOD

ÉDITEUR

92, rue Bonaparte, PARIS-VI

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. · Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique.

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.

Vice-Président M. le Professeur LEMOIGNE.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique.

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.

Membres .... MM. les Professeurs Joseph LEFEVRE, TERROINE, GRASSE,
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales.

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphytics* : M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie,
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale, et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

TARIF DES ABONNEMENTS

	FRANCE	ÉTRANGER	Le N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	2.250	2.700	450
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	280	360	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.650	2.000	500
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	220	280	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.150	1.400	350
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	150	200	—

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 15 fr. en timbres-poste.

ADMINISTRATION : 92, rue Bonaparte, Paris (6e). Tél. : DAN 99-15. C.C.P. Paris 75.45.

SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION : 7, rue Keppler, Paris (16e). Téléphone : KLEber 23-04.

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

●

CHAUVIN Rémy,

Directeur de la Station de Recherches Apicoles de Bures-sur-Yvette :

PHYSIOLOGIE DE L'INSECTE

Les grandes fonctions, le comportement écophysiologie.

Un important volume in-8° Raisin, reliure toile, 619 pages avec 83 figures in texte et une abondante bibliographie. Prix : 2.500 fr., franco France 2.585 fr.
Etranger ..... 2.635 fr.

●

SOUTY Jacques,

Directeur de la Station de Recherches Viticoles et d'Arboriculture Fruitière de Pont-de-la-Maye et H. CAILLAVET, ingénieur à la Station :

MONOGRAPHIE DES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE PÊCHERS

Un important volume 21-27, reliure cartonnée, de 415 pages, illustré de 34 planches photographiques hors-texte en couleur et de 124 en noir, tiré sur très beau papier. Prix : 3.450 fr., franco France ..... 3.600 fr.

(Pour les commandes de l'Etranger, demander les conditions à la Librairie agricole de la MAISON RUSTIQUE, 26, rue Jacob, PARIS).

●

RAPPORT ANNUEL 1949 :

Une plaquette illustrée, comprenant une notice sur l'Institut et son organisation, la liste des Stations et Laboratoires, le compte rendu des travaux poursuivis en 1949 par les Stations et Laboratoires et la liste des publications auxquelles ces travaux ont donné lieu.

Cette plaquette sera envoyée gratuitement sur simple demande, adressée au Directeur de l'Institut, accompagnée de 100 fr. pour frais d'envoi.

Pour paraître prochainement :

JONARD,

Directeur de Recherches à la Station Centrale d'Amélioration des Plantes :

MONOGRAPHIE DES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE BLÉ CULTIVÉES EN FRANCE

TABLE DES MATIÈRES

M. LANSADE

Recherches sur le flétrissement bactérien de la pomme de terre en France 69

M. LANSADE

Recherches sur la fusariose ou pourriture sèche de la pomme de terre 157

M. RAUCOURT

Revue de phytopharmacie 208

DOCUMENTATION 245

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS. — 5460-50.

1re Année. — N° 3 Juillet-Août-Septembre 1950

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Commonwealth Mycological Institute
3 September 1951

ANNALES
DE
L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES
ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE — ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

DUNOD
ÉDITEUR
92, rue Bonaparte, PARIS-VI^e

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04. 23-20, 23-21.

Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique.

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.

Vice-Président M. le Professeur LEMOIGNE.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique.

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.

Membres .... MM. les Professeurs Joseph LEFEVRE, TERROINE, GRASSE,
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales.

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie,
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale, et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

TARIF DES ABONNEMENTS

	FRANCE	ÉTRANGER	Le N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	2.250	2.700	450
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	280	360	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.650	2.000	500
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	220	280	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.150	1.400	350
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	150	200	—

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 15 fr. en timbres-poste.

ADMINISTRATION : 92, rue Bonaparte, Paris (6e). Tél. : DAN 99-15. C.C.P. Paris 75.45.

SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION : 7, rue Keppler, Paris (16e). Téléphone : KLEber 23-04.

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

◆

Rémy CHAUVIN,

PHYSIOLOGIE DE L'INSECTE

Les grandes fonctions, le comportement, écophysiologie..... **Épuisé.**

Jacques SOUTY et H. CAILLAVET

MONOGRAPHIE DES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE PÊCHERS

Un important volume in-quarto, reliure cartonnée, de 415 pages, illustré de 34 planches photographiques en couleur et de 124 en noir. Prix 3.450 fr., franco France ..... **3.600 fr.**

C. SCHAD, R. MAYER et P. HUGUES,

LE SOJA

Caractères, classification des variétés. — Une plaquette de 125 pages illustrée de 10 planches photographiques en couleur. Prix 900 fr., franco France ..... **960 fr.**

◆

Vient de paraître :

NEPVEU et VASSEUR,

LA CONTAMINABILITÉ DE LA FLORE HORTICOLE PAR LE POU DE SAN JOSÉ

(Document phytosanitaire n° 5). Une brochure de 41 pages ..... **75 fr.**

TRAVAUX EFFECTUÉS EN 1949 PAR LES STATIONS AGRONOMIQUES

Une plaquette de 131 pages présentée par M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie. Prix 250 fr., franco France ..... 300 fr.

RAPPORT ANNUEL 1949

Une plaquette illustrée, comprenant une notice sur l'Institut et son organisation, la liste des Stations et Laboratoires, le compte-rendu des travaux poursuivis en 1949 par les Stations et Laboratoires et la liste des publications auxquelles ces travaux ont donné lieu. Cette plaquette sera envoyée gratuitement sur simple demande, adressée au Directeur de l'Institut, accompagnée de 100 fr. pour frais d'envoi.

Pour paraître en Octobre :

P. JONARD,

Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

MONOGRAPHIE DES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE BLÉ CULTIVÉES EN FRANCE

◆

Tous ces ouvrages sont en vente au Siège de l'Institut National de la Recherche Agronomique, 7, rue Keppler, PARIS. Les fonds accompagnant les commandes doivent être adressés directement à M. le Régisseur de Recettes des Publications de l'I. N. R. A., C. C. P. PARIS 9064-43.

TABLE DES MATIÈRES

R. GAUMONT

Etudes embryologiques sur l'œuf de cheimatobie 263

P. LIMASSET et P. CORNUET

Etude de la corrélation entre l'âge des organes aériens et la quantité de virus contenue dans ces derniers chez le tabac infecté par le virus de la mosaïque du tabac 274

L. SCHAEFER

Sur la rétention de l'acide cyanhydrique par les fruits soumis à la désinfection 286

G. VIEL et M. CHANCOGNE

Etude des actions ovicides 293

NOTES PHYTOSANITAIRES 307

DOCUMENTATION 317

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS. — 5907-12-50.

1re Année. — No 4 Octobre-Novembre-Décembre 1950

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Commonwealth Mycological Institute
3 September, 1951

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE — ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

DUNOD
ÉDITEUR
92, rue Bonaparte, PARIS-VIe

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique.

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.

Vice-Président M. le Professeur LEMOIGNE.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique.

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.

Membres .... MM. les Professeurs Joseph LEFEVRE, TERROINE, GRASSE,
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales.

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie,
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale, et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

TARIF DES ABONNEMENTS

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	2.700	3.300	550
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	350	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.000	2.400	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.400	1.700	450
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	200	250	—

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

ADMINISTRATION : 92, rue Bonaparte, Paris (6e), Tél. : DAN 99-15. C.C.P. Paris 75-45.
SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION : 7, rue Keppler, Paris (16e). Téléphone : KLEber 23-04.

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

◆

I. — OUVRAGES EN VENTE (Prix port en sus).

1° AGRONOMIE :

Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres, par S. Hénin, Paris 1938 ..... **300** frs

Études lysimétriques appliquées à l'Agronomie, par Demolon et Bastisse, Paris 1942 ..... **350** frs

Vient de paraître :

Travaux effectués par les Stations agronomiques en 1949 (Tiré à part de l'article paru sous ce titre dans le n° 5 de 1950 des Annales agronomiques, complété par une préface de M. Boischot) ..... **250** frs

2° AMÉLIORATION DES PLANTES :

Le Soja : Caractères, classification des variétés par Schad, Mayer et Hugues, Paris 1947 ..... **900** frs

Monographie des principales variétés de pêchers, par Souty et Caillavet, Bordeaux 1950 ..... **3.450** frs

3° PHYTOPHARMACIE ET ZOOLOGIE AGRICOLE :

Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore, par Raucourt et Begue, Paris 1942 ..... **400** frs

La lutte contre les Rats dans les campagnes, par Giban, Paris 1947 100 frs

La contaminabilité de la Flore horticole par le Pou de San José, par Nepveu et Vasseur, Paris 1948 ..... **75** frs

Désinsectisation par fumigation avec vide préalable, par Lepigre, Alger 1949 ..... **2.600** frs

Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole :

1re et 2e liste ..... **150** frs

3e liste ..... **100** frs

4° COLLECTION DES ACTUALITÉS AGRONOMIQUES :

Vient de paraître :

Série B (Amélioration des plantes) : La culture du Maïs hybride en France, résultats expérimentaux ..... **550** frs

Sous presse :

Série C (Épiphyties) : La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs ..... Pour paraître en Octobre.

II. — OUVRAGES EN DISTRIBUTION.

(Envoi sur simple demande accompagnée de **100** frs pour frais d'expédition en espèces, chèques, timbres-poste ou coupon réponse international :

Rapport annuel 1948 (Paris 1949)

— — **1949** (Paris 1950)

III. — OUVRAGES EN PRÉPARATION.

Pour paraître en Octobre :

Jonard : Monographie des principales variétés de blés cultivées en France.

TABLE DES MATIÈRES

M. RAUCOURT :
Mademoiselle Marcelle Barraud 335

J. GIBAN :
Recherches sur l'action du chloralose ou glucochloral chez les oiseaux 337

G. VIEL :
Méthode de détermination de l'action insecticide de contact..... 367

M. RAUCOURT et E. SICK :
Passage de l'arsenic dans le vin de vignes traitées à l'arséniate de chaux..... 383

DOCUMENTATION 389

TABLES DES MATIÈRES 398

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS. — 1203-2-51.